



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**  
**- PPGECC -**

**PROJETOS DE BIOENERGIA E CRÉDITOS DE CARBONO: DO**  
**PASSIVO À SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL EM UMA**  
**PROPRIEDADE SUINÍCOLA**

**JANAINA CAMILE PASQUAL**

**Florianópolis**  
**2011**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
- PPGE C -**

Janaina Camile Pasqual

**PROJETOS DE BIOENERGIA E CRÉDITOS DE CARBONO: DO  
PASSIVO À SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL EM UMA  
PROPRIEDADE SUINÍCOLA**

Dissertação submetida ao Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia Civil  
da Universidade Federal de Santa  
Catarina para a obtenção do Grau de  
Mestre em Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Carlos Loch

Florianópolis

2011

Catálogo na fonte elaborada pela biblioteca da  
Universidade Federal de Santa Catarina

PASQUAL, Janaina Camile.

Projetos de Bioenergia e Créditos de Carbono: do passivo à sustentabilidade ambiental em uma propriedade suinícola.

Janaina Camile Pasqual – Florianópolis, 2011. 124 p.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Loch

1. Gestão Ambiental e Territorial. 2. Cadastro Técnico Multifinalitário. 3. Biogás.

Janaina Camile Pasqual

**PROJETOS DE BIOENERGIA E CRÉDITOS DE CARBONO: DO  
PASSIVO À SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL EM UMA  
PROPRIEDADE SUINÍCOLA**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Título de "Mestre" em Engenharia Civil e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC – da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

Florianópolis, 01 de Julho de 2011.

Prof. Roberto Caldas de Andrade Pinto  
Coordenador do PPGEC

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

Prof. Dr. Carlos Loch  
Orientador - ECV/UFSC

Prof. Dr. Jurgén Philips  
ECV/UFSC

Prof. Dr. Francisco Henrique de Oliveira  
UDESC/UFSC

Prof. Roberto de Oliveira, PhD  
ECV/UFSC

Prof. Dr. Samuel Nelson Melegari de Souza  
UNIOESTE



## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ter permitido mais esta conquista em minha vida;

À minha família, que perto ou longe sempre se faz presente;

Ao meu escudo, pelo apoio, compreensão, paciência e críticas;

Ao professor Carlos Loch, pela orientação, dedicação e ensinamentos;

Ao amigo Cícero Bley, por ser meu incentivador na realização desta pesquisa e pelos direcionamentos intelectuais;

À família Granja São Roque, que tão prontamente me recebeu e auxiliou em todas as etapas desta pesquisa, proporcionando a minha participação na construção de um novo modelo de gestão;

À Fundação Parque Tecnológico Itaipu (FPTI) pela oportunidade e apoio financeiro cedido para a elaboração deste trabalho;

À equipe do Parque Tecnológico Itaipu (PTI), por ter me acolhido, fornecendo suporte técnico e infraestrutura para o desenvolvimento da pesquisa;

Aos professores Jürgen Philips, Francisco Henrique de Oliveira, Roberto de Oliveira e Samuel Nelson Melegari de Souza, que gentilmente aceitaram fazer parte da banca examinadora da minha dissertação, contribuindo imensamente com suas críticas;

A todos os outros amigos que de algum modo contribuíram para esta tão grande conquista.

Janaina Camile Pasqual.





## RESUMO

A preocupação com as questões ambientais está incitando o desenvolvimento das empresas com bases sustentáveis, promovendo a busca por um novo modelo de crescimento econômico que alie seus resultados à preservação do meio ambiente. A suinocultura é uma atividade econômica importante e representativa no estado de Santa Catarina. Apesar de seu potencial poluidor, a atividade pode, por meio de uma gestão ambiental bem conduzida, diminuir seus impactos ao meio ambiente e, com esta ação, gerar lucros aos produtores, com a geração de bioenergia e comercialização de créditos de carbono. Neste contexto, apresentar-se-á um modelo de gestão ambiental realizado em uma unidade produtora de leitões, localizada em Videira, oeste de Santa Catarina, que desenvolve sua atividade de forma diferenciada na suinocultura, sendo considerada referência nacional no desenvolvimento da suinocultura com bases sustentáveis. Por meio de levantamento de dados na propriedade, constatou-se que uma gestão ambiental eficaz reduziu significativamente o passivo ambiental do empreendimento e transformou os dejetos dos animais em energia elétrica, por meio de geração distribuída de energia (projeto piloto no estado), e terá mais uma receita com os créditos de carbono advindos do seu projeto de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Com os resultados obtidos na propriedade é possível afirmar que a produção de suínos pode ser desenvolvida com bases sustentáveis, ou seja, de forma economicamente viável, socialmente justa e ambientalmente correta, ainda mais se houver um Cadastro Técnico Multifinalitário consistente para facilitar a tomada de decisão. Este modelo de gestão pode ser replicado em outros setores empresariais.

**Palavras chave:** Gestão Ambiental e Territorial. Cadastro Técnico Multifinalitário. Biogás.



## ABSTRACT

The concern about environmental issues has prompted companies' development in sustainable bases, promoting a new model of economic growth that aligns good production results with environment preservation. The swine production is a large and representative economic activity in the state of Santa Catarina - Brazil. Despite its polluter potential, the activity can, through an efficient land management, reduce its impacts on the environment and generate profits for producers, through bioenergy generation and carbon credits sale. In this context, this study will present an environmental management model performed in a swine production located in the western state of Santa Catarina, which develops its activity in a different way, being considered a national reference in swine production with sustainable bases. Through a data collection on the property, it was concluded that an effective environmental management reduced significantly the environmental liabilities and transformed the animal wastes into distributed power generation and carbon credits, which are generated from its Clean Development Mechanism project. With the results obtained on the property, it is possible to affirm that the swine production can be developed on a sustainable basis, ie, economically viable, socially responsible and environmentally sound, especially if there is a consistent Multipurpose Technical Cadastre to facilitate decision making. This management model can be replicated to other business sectors.

**Keywords:** Environmental and Territorial Management. Multipurpose Technical Cadastre. Biogas. Power Generation. Clean Development Mechanism.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Rebanho suíno por estado.....	23
Figura 2 - Produção de suínos por microrregião geográfica - Santa Catarina .....	24
Figura 3 - Aumento da temperatura do ar global (1880- 2004).....	30
Figura 4 - Ciclo do projeto de MDL.....	37
Figura 5 - Participação no total de atividades de projeto no âmbito do MDL no mundo.....	38
Figura 6 - Distribuição das atividades de projeto no Brasil por escopo setorial.....	39
Figura 7 - Emissões brasileiras de GEE por Setor (1990 -2005).....	46
Figura 8: Composição da matriz energética brasileira .....	47
Figura 9 - Localização da Granja São Roque (Videira - SC) .....	68
Figura 10 - Fluxograma com as principais etapas da pesquisa.....	71
Figura 11 - Fluxograma do funcionamento do sistema de tratamento de dejetos dos suínos, da Granja São Roque .....	73
Figura 12 - Biodigestores, Granja São Roque .....	77
Figura 13 - Fluxograma do percurso do Biogás, Granja São Roque.....	78
Figura 14 - Cenários ambientais de desenvolvimento da suinocultura .	88
Figura 15 - Mapa de uso atual do solo, Granja São Roque .....	910
Figura 16 - Mapa eletrogeográfico da região de Meio Oeste do estado de SC .....	100



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais países emissores de CO2 em 2009 .....	31
Tabela 2 - Usinas em operação comercial - Proinfa.....	55
Tabela 3 - Classes de declividade do solo .....	74
Tabela 4- Georreferenciamento das lagoas de tratamento da Granja São Roque .....	92
Tabela 5 - Quantidade de RCE estimadas, Granja São Roque.....	104
Tabela 6 - Número de suínos por categoria e quantidade de dejetos gerados na Granja São Roque .....	107
Tabela 7 - Investimentos realizados nos projetos de bioenergia e créditos de carbono.....	109
Tabela 8- Análise econômica dos projetos de geração de bioenergia e créditos de carbono.....	110
Tabela 9 - Análise econômica considerando apenas o projeto de geração de bioenergia para autoconsumo.....	111
Tabela 10 - Análise econômica considerando o projeto de geração de bioenergia para autoconsumo e venda do excedente à CELESC ...	111
Tabela 11- Análise econômica considerando apenas o projeto de créditos de carbono.....	112





## LISTA DE SIGLAS

ABC	Agricultura de Baixo Carbono
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CCIR	Certificado de Cadastro do Imóvel Rural
CELESC	Centrais Elétricas de Santa Catarina
COP	Conferência das Partes
CTM	Cadastro Técnico Multifinalitário
DCP	Documento de Concepção do Projeto
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EOD	Entidade Operacional Designada
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural
GEE	Gases do Efeito Estufa
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPCC	Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
KWh	Quilowatt-hora
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MME	Ministério de Minas e Energia
NASA	Administração Nacional do Espaço e da Aeronáutica (EUA)
ONU	Organização das Nações Unidas
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
RCE	Reduções Certificadas de Emissões
STDS	Sistema de Tratamento de Dejetos de Suínos
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>21</b>
1.1 HIPÓTESE.....	22
1.2 JUSTIFICATIVA .....	22
1.3 OBJETIVOS .....	26
<b>1.3.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>26</b>
<b>1.3.2 1.3.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>27</b>
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	27
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>29</b>
2.1 MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O PROTOCOLO DE QUIOTO .....	29
<b>2.1.1 Protocolo de Quioto .....</b>	<b>32</b>
<b>2.1.2 O MDL como Mecanismo de Flexibilização.....</b>	<b>34</b>
<b>2.1.3 A Evolução das Discussões Ambientais e o Futuro do         MDL.....</b>	<b>39</b>
2.2 A UTILIZAÇÃO DO BIOGÁS COMO FONTE RENOVÁVEL DE ENERGIA E REDUÇÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA.....	45
<b>2.2.1 Economia a Biogás: Fonte para Geração de Energia e         Créditos de Carbono .....</b>	<b>45</b>
<b>2.2.2 As Políticas Nacionais para Reduções de Emissões de         Gases do Efeito Estufa por meio da Geração de Energia a         Biogás.....</b>	<b>48</b>
<b>2.2.3 Programas Nacionais de Linhas de Crédito e         Financiamento para Agropecuária de Baixo Carbono.....</b>	<b>52</b>
2.3 O CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO .....	56
<b>2.3.1 Definições e Finalidades .....</b>	<b>56</b>
<b>2.3.2 O CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO         RURAL.....</b>	<b>60</b>
2.3.2.1 Definições e Finalidades.....	60
2.3.2.2 Necessidade da Atualização dos Mapas Cadastrais para Gestão Ambiental .....	62

<b>3 MÉTODOS E MATERIAIS .....</b>	<b>67</b>
3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA.....	67
3.2 MÉTODOS .....	70
3.2.1 Levantamento de dados existentes na Granja São Roque e região .....	71
3.2.2 Estratégias para o controle de passivos ambientais adotadas.....	72
3.2.3 Etapas necessárias para a produção de bioenergia .....	76
3.2.4 Procedimentos utilizados para a geração e comercialização de créditos de carbono .....	80
3.2.5 Análise de Viabilidade Econômica para os Projetos de Bioenergia e Créditos de Carbono .....	81
3.3 MATERIAIS .....	82
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>87</b>
4.1 GESTÃO AMBIENTAL DA GRANJA SÃO ROQUE – DO PASSIVO À SUSTENTABILIDADE.....	87
4.2 ÁREA SOCIAL E OUTROS PROJETOS DESENVOLVIDOS PELA GRANJA SÃO ROQUE.....	96
4.3 PROJETO DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DO BIOGÁS DOS DEJETOS DOS SUÍNOS .....	98
4.3.1 Dados Técnicos e Operacionais .....	98
4.3.2 Base Jurídica.....	101
4.4 PROJETO DE CRÉDITOS DE CARBONO.....	103
4.4.1 Dados Técnicos e Operacionais .....	103
4.4.2 Base Jurídica.....	106
4.5 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DOS PROJETOS DE BIOENERGIA E CRÉDITOS DE CARBONO...	107
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>113</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>115</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>117</b>

# 1 INTRODUÇÃO

---

A crescente preocupação mundial com o meio ambiente e o consenso sobre a necessidade do desenvolvimento das empresas com bases sustentáveis, tem incentivado a realização de pesquisas na área de tecnologias limpas, tais como a utilização de fontes renováveis de energia (solar, eólica, hídrica, das ondas e das marés, geotérmica e biomassa) e a possível redução das emissões antrópicas de gases causadores do efeito estufa, responsáveis pelo aquecimento do planeta.

Os cenários da área energética apontam para a progressiva redução das reservas de combustíveis fósseis. Nesse contexto, a humanidade deve perseguir um novo conceito de fontes de energia, sucedâneos ao carbono fóssil, base da energia por quase dois séculos. Dentre as energias renováveis, os biocombustíveis produzidos a partir de biomassa poderão responder por parcela substancial da oferta futura. Subsidiariamente, o desenvolvimento desta energia no Brasil promoverá importante aumento de investimentos, empregos, renda e desenvolvimento tecnológico, e será uma oportunidade para atender parte da crescente demanda mundial por combustíveis de baixo carbono e baixo impacto ambiental.

Por ser o maior país tropical do mundo, o Brasil recebe, durante todo o ano, intensa radiação solar, que é a base da produção de biomassa. Aliado a este fator, o país possui uma agroindústria muito representativa, especialmente composta pelas atividades de produção de grãos e proteína animal, as quais favorecem enormemente o país a desenvolver tecnologias de energias renováveis e limpas, aproveitando os resíduos gerados por estas atividades. (BRASIL, MAPA, 2005)

Frequentemente apontada como uma das atividades rurais mais poluidoras e com elevado passivo ambiental, a suinocultura apresenta em sua origem uma oportunidade que poucos criadores percebem: a geração de energia elétrica a partir do biogás proveniente da biodigestão anaeróbica dos dejetos dos suínos e a implantação de projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), visando a reduzir as emissões de gases causadores do efeito estufa<sup>1</sup> e comercializar as Reduções Certificadas de Emissões (RCE) no mercado de carbono.

---

<sup>1</sup> São os gases da atmosfera, naturais e antrópicos, que absorvem e reemitem radiação infravermelha. Os GEE de origem antrópica contemplados pelo Protocolo de Quioto são: o

Com o intuito de verificar se é possível desenvolver uma suinocultura de forma sustentável, este estudo abordou a gestão ambiental<sup>2</sup> realizada em uma unidade produtora de leitões, localizada em Videira, no Oeste de Santa Catarina, que possui um total de 47 mil animais – denominada Granja São Roque. Por meio de levantamento de dados na propriedade, verificou-se que a gestão ambiental realizada no empreendimento proporcionou uma redução significativa de seu passivo ambiental e fez com que os dejetos dos suínos se transformassem em fonte de renda, por meio da geração de bioenergia e créditos de carbono.

Por meio de seu Sistema de Tratamento de Dejetos de Suínos (STDS), a propriedade tornou-se mais que autossuficiente em energia elétrica, reduziu consideravelmente suas emissões de gases do efeito estufa e aumentou a conscientização ambiental de seus colaboradores e da comunidade local.

Desta maneira, a presente dissertação demonstrou a importância de uma gestão ambiental bem conduzida em propriedades suínícolas, bem como evidenciou que esta gestão seria mais eficaz se houvesse um Cadastro Técnico Multifinalitário consistente.

Apesar de o projeto focar a suinocultura, os projetos e a forma de gestão ambiental apresentados a seguir podem ser estendidos e replicados em outros setores empresariais.

## 1.1 HIPÓTESE

É possível desenvolver uma suinocultura com bases sustentáveis por meio de um efetivo ordenamento físico, jurídico, ambiental e econômico, podendo gerar bioenergia e créditos de carbono.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A suinocultura é uma atividade de grande importância para o Brasil, que é o quarto maior produtor mundial de suínos, atrás somente

---

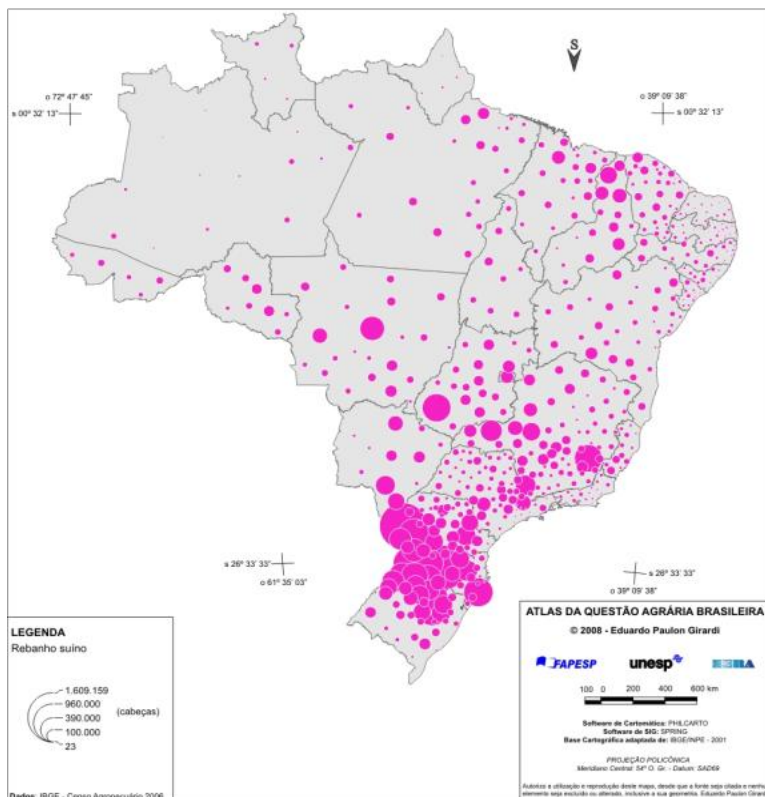
dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), os hidrofluorcarbonos (HFC), os perfluorcarbonos (PFC) e o hexasulfeto de enxofre (SF<sub>6</sub>). (BRASIL, MMA, 2010)

<sup>2</sup> Vale destacar a diferença entre os termos “administração”, “gerenciamento” e “gestão ambiental”: a administração trata dos diversos recursos existentes em determinada organização, prevendo a melhor alocação destes recursos e levando em conta a organização como um todo. O gerenciamento trata setores específicos de uma organização, sendo uma função. E a gestão ambiental relaciona todas as áreas da organização, tendo como ênfase o meio ambiente, por meio da melhor alocação dos recursos disponíveis. (LOCH, 2002)

da China, União Europeia e Estados Unidos. (SANTA CATARINA, EPAGRI, 2010)

Santa Catarina é, isoladamente, o maior estado produtor de suínos do país, representando 26,6% do total nacional e com um crescimento de 3,5% da atividade em 2009. A produção brasileira de suínos cresceu 17,7% entre os anos de 2005 e 2009, enquanto que em Santa Catarina este aumento foi de 22,7%. Além da produção elevada, o estado é pioneiro na exportação de carne suína e sempre foi o maior estado exportador do país. (SANTA CATARINA, EPAGRI, 2010)

A figura 1 apresenta um levantamento realizado pelo INCRA, no ano de 2006, sobre a produção de suínos nos estados brasileiros. Observou-se que Santa Catarina é o estado com maior concentração de animais por  $m^2$ , sendo seguido pelo Paraná e Rio Grande do Sul.



**Figura 1 - Rebanho suíno por estado**

Fonte: INCRA (2006).





substituído, no início dos anos 70, pela produção em larga escala. (BRASIL, EMBRAPA, 2010)

Com o aumento na escala de produção, consequentemente, houve um aumento considerável na geração de dejetos resultantes da atividade que, quando não tratados adequadamente, transformam-se em sérios passivos ambientais. O tratamento destes passivos somente começou a ter relevância a partir da criação da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), que foi instituída por meio da Lei Federal nº 6.938/81. A PNMA estabeleceu mecanismos de proteção, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, visando a assegurar o desenvolvimento com respeito à natureza.

Diante deste cenário, constatou-se a necessidade de verificar a forma pela qual as propriedades suinícolas, localizadas em Videira, realizam o manejo e tratamento dos efluentes gerados pelos animais. Constatou-se que, por falta de recursos ou até mesmo falta de consciência ambiental, a maioria das propriedades realizam este tratamento de maneira rudimentar e com graves consequências ao meio ambiente. Em contrapartida, verificou-se que algumas propriedades já estão tentando mudar o cenário ambiental no qual a suinocultura se insere, demonstrando que é possível implantar ações que aliem a criação dos animais à conservação do meio ambiente. Um exemplo é a unidade produtora de leitões Granja São Roque, foco deste estudo, que desenvolve suas atividades de forma sustentável, transformando os dejetos dos suínos em bioenergia e créditos de carbono.

O projeto da Granja São Roque é o único no estado de Santa Catarina que está aproveitando a biomassa residual da produção de suínos para geração distribuída de energia, por meio da parceria com a concessionária local, demonstrando sua importância e apresentando soluções no desenvolvimento sustentável de suas atividades, seja pela geração de energia limpa, seja pela redução nas emissões de CO<sub>2</sub> na atmosfera e comercialização de créditos de carbono.

Os impactos ambientais causados pela geração de energia elétrica representam um grande desafio ao Brasil, pois existe um percentual importante de energia elétrica sendo gerada por usinas térmicas, especialmente aquelas que utilizam combustíveis fósseis, como carvão e óleo diesel. Esse cenário pode ser substituído pela utilização de fontes renováveis de energia, como o biogás, que é uma das mais favoráveis ao meio ambiente, visto que sua aplicação permite a redução dos gases causadores do efeito estufa e auxilia no combate à poluição do solo e dos lençóis freáticos. Além disso, a diversificação da matriz energética é de extrema importância, principalmente pela questão da segurança

energética, em que os países devem depender o mínimo possível de uma única fonte de energia.

Para tanto, o Brasil possui uma enorme vantagem frente a outros países, pois conta com uma grande biodiversidade e disponibilidade de água, produção agropecuária expressiva e condições climáticas favoráveis para assumir uma posição de forte promotor do aproveitamento de fontes renováveis e redutor de emissões de gases do efeito estufa. (BLEY et al, 2009)

Neste mesmo sentido, dados do Ministério do Meio Ambiente apontam uma série de vantagens que qualificam o Brasil para liderar a agropecuária de energia, em escala mundial, com a possibilidade de dedicar novas terras a essa atividade, sem, com isso, ampliar a área desmatada e sem reduzir a área utilizada na produção de alimentos, mantendo os impactos ambientais circunscritos aos socialmente aceitos. (BRASIL, MME, 2006)

A presente dissertação mostra-se relevante no momento em que se propõe a apresentar um projeto implantado na suinocultura, mais especificamente na Granja São Roque, que equilibra os interesses de crescimento econômico da propriedade com a necessidade do seu desenvolvimento em bases sustentáveis, e que pode ser replicado em outras propriedades, servindo como exemplo a outros produtores rurais na conservação<sup>3</sup> do meio ambiente.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

Analisar a implantação de um projeto de aproveitamento de resíduos da atividade suinícola para geração distribuída de energia elétrica e obtenção de créditos de carbono, entre 2003 e 2011, junto a Granja São Roque.

---

<sup>3</sup> Vale destacar a diferença semântica entre os termos conservação e preservação. A primeira implica em uso racional de um recurso qualquer, ou seja, em adotar um manejo de forma a obter rendimentos garantindo a autossustentação do meio ambiente explorado. Já a preservação apresenta um sentido mais restrito, significando a ação de apenas proteger um ecossistema ou recurso natural de dano ou degradação, ou seja, não utilizá-lo, mesmo que racionalmente e de modo planejado. Neste estudo, utilizar-se-á o sentido de conservação, que é alicerce de políticas de desenvolvimento sustentável.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- 1) Descrever as estratégias de controle de passivos ambientais adotadas;
- 2) Identificar as etapas necessárias para a produção de bioenergia (elaboração, implantação, operação, controle e monitoramento);
- 3) Definir os procedimentos utilizados para a comercialização de créditos de carbono (elaboração, implantação, operação, controle e monitoramento);
- 4) Demonstrar a viabilidade econômica dos projetos.

### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A presente dissertação está organizada de acordo com o Regulamento do PPGEC/UFSC para apresentação de dissertações/teses, sendo estruturada em 4 capítulos:

- 1- Capítulo introdutório, no qual foi apresentado o tema central da dissertação, a relevância do tema no cenário ambiental nacional e internacional e os objetivos da pesquisa;
- 2- Revisão de literatura: inicialmente analisou-se o cenário das mudanças climáticas no mundo e explicitou-se algumas formas de mitigação, focando o MDL como mecanismo de flexibilização. Em um segundo momento, o capítulo apresentou a importância da utilização do biogás como fonte renovável de energia e redução de gases causadores do efeito estufa. Foram apresentadas políticas nacionais que estão sendo executadas para a mitigação das mudanças climáticas e linhas de crédito e financiamento para tornar possível uma agropecuária de baixo carbono, focando a atividade da suinocultura. Por final o capítulo abordou o conceito do CTM e CTM Rural, sua evolução no decorrer do tempo e suas aplicabilidades;
- 3- Definição dos métodos e materiais que foram utilizados para o desenvolvimento da dissertação, como delineamento do tipo de pesquisa e suas características estruturais, a localização e caracterização da área de estudo e recursos utilizados na pesquisa;

- 4- Apresentação dos resultados obtidos com a gestão ambiental realizada na Granja São Roque. Inicialmente foram abordados os resultados obtidos pelas readequações feitas na propriedade, bem como as atividades sociais que são desenvolvidas. Posteriormente, apresentou-se os resultados técnicos/operacionais e jurídicos do projeto de bioenergia e os resultados técnicos/operacionais e jurídicos do projeto de créditos de carbono. Por final, demonstrou-se a análise de viabilidade econômica dos dois projetos.
- 5- Conclusão da pesquisa, abordando os principais pontos constatados durante a pesquisa e comprovando a hipótese levantada;
- 6- Considerações finais sobre a dissertação.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

---

### 2.1 MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O PROTOCOLO DE QUIOTO

A partir da Primeira Revolução Industrial, em meados do século XVIII, a contribuição das atividades antrópicas no processo de aquecimento global tornou-se cada vez mais significativa devido ao aumento da queima de combustíveis fósseis, acelerando o cenário das mudanças climáticas<sup>4</sup>.

Desde então, as emissões de gases do efeito estufa vêm aumentando consideravelmente. Segundo dados da HOLANDA (2010)<sup>5</sup>, as emissões cresceram 3% ao ano durante a primeira década do século XXI, o que pode ser percebido por meio de eventos recentes que deram início a um novo período de percepção da ameaça das mudanças climáticas, dentre eles: furacões, tormentas e inundações frequentes e intensas nos Estados Unidos, Caribe, Japão, China e Indonésia; fortes incêndios florestais em vastas áreas dos EUA, Europa, Ásia e Austrália; inundações catastróficas seguidas de secas severíssimas na Índia e África; intensificação do derretimento das geleiras no Ártico e Groenlândia; alteração sistemática dos padrões climáticos em todo o globo, como o aumento da frequência e intensidade de fenômenos climáticos extremos e aumento da temperatura da Terra.

Na América do Sul, os principais impactos foram percebidos pelo furacão Catarina em 2004, que atingiu principalmente o Rio Grande do Sul; uma seca extrema na Amazônia brasileira em 2005; chuvas devastadoras em Santa Catarina em 2008 e no Nordeste em 2009; inundações severas na Bolívia em 2008, seca intensa no pampa argentino em 2009 e deslizamentos provocados pelo excesso de chuvas no Rio de Janeiro em 2010 e 2011<sup>6</sup>. (VIOLA, 2009)

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) concluiu no seu Terceiro Relatório de Avaliação (TAR), realizado em

---

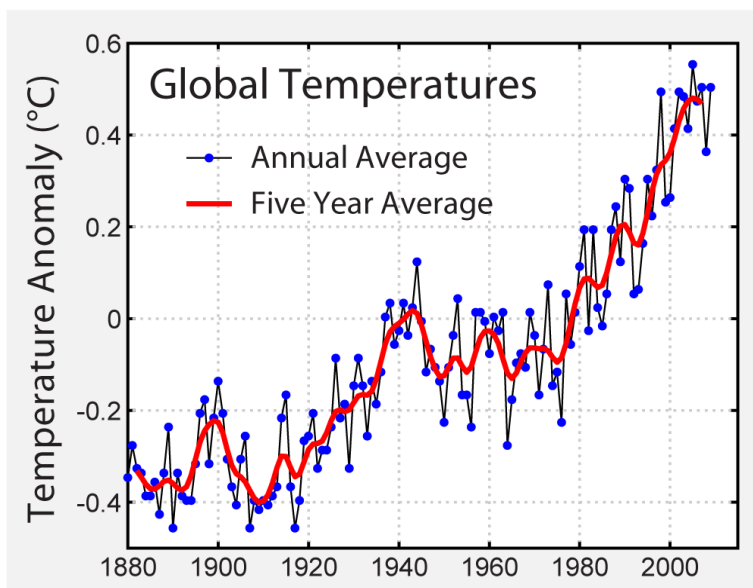
<sup>4</sup> Alguns autores definem as alterações que estão ocorrendo no clima como “anormalidades climáticas” e não “mudanças climáticas”. Para tanto, este trabalho utilizará a denominação utilizada pela ONU.

<sup>5</sup> A Agência é considerada o instituto mais importante de dados sobre as emissões de gases do efeito estufa do mundo.

<sup>6</sup> Segundo a ONU, o desastre ocorrido no Rio de Janeiro está entre os dez piores deslizamentos do mundo nos últimos 111 anos e, também, é o maior de toda a história do Brasil.

2001, que a temperatura média da atmosfera aumentou em  $0.6^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$  durante o século XX. Os modelos globais do IPCC têm mostrado que entre 1900 e 2100 a temperatura global pode aquecer entre 1.4 e  $5.8^{\circ}\text{C}$ , o que representa um aquecimento mais rápido do que aquele detectado no século XX e que, aparentemente, não possui precedentes durante, pelo menos, os últimos 10.000 anos. (BRASIL, MMA, 2006)

A figura 3 representa esta tendência. De acordo com NASA (2006), que analisou a temperatura da Terra entre os anos de 1880 (Pós 2ª Revolução Industrial) e 2004, os últimos 11 anos (com exceção de 1996) estão entre os mais quentes de todos os tempos.



**Figura 3 - Aumento da temperatura do ar global (1880- 2004)**

Fonte: NASA (2006).

De acordo com o PNUMA (2009), as alterações climáticas tendem a ser cada vez maiores se os países não começarem a implantar medidas mitigadoras. A elevação dos níveis do mar, por exemplo, pode chegar a 2 metros até 2100 e de cinco a dez vezes mais nos séculos seguintes. As tendências atuais de emissão de  $\text{CO}_2$  poderão levar a uma alteração irreversível das condições em certas áreas na América do Sul,

principalmente no Nordeste do Brasil, incluindo um aumento de 10% na aridez durante a estação mais seca.

O PNUMA aponta que as concentrações de CO<sub>2</sub> na atmosfera estão aumentando rapidamente devido, principalmente, ao crescimento da economia mundial no início de 2000 e ao aumento em sua intensidade de carbono, o que levou a um rápido crescimento das emissões de CO<sub>2</sub> dos combustíveis fósseis. Comparando os anos 1990 com 2000-2006, a taxa de crescimento das emissões aumentou de 1,3% para 3,3% ao ano. (ibidem)

Segundo o Secretário Geral da ONU, Ban Ki-moon, a mudança climática “está aumentando em um ritmo muito mais rápido do que os cientistas esperavam. As mudanças climáticas, mais do que qualquer outro desafio que o mundo enfrenta hoje, são uma crise planetária que exigirá força e foco para a ação global”. Para Ki-moon “este é um desafio moral que deve ser superado”. (PNUMA, 2009)

Dentre os países que mais emitem gases do efeito estufa estão China, Estados Unidos e União Europeia (tabela 1), que somam quase 60% das emissões globais de carbono.

**Tabela 1 - Principais países emissores de CO<sub>2</sub> em 2009**

<b>Posição</b>	<b>País</b>	<b>% Total Mundial</b>	<b>Crescimento Anual de Emissões (%)</b>
1	China	23	5
2	Estados Unidos	20	0,8
3	União Européia	16	0,3
4	Índia	6	5
5	Rússia	5,5	5
6	Brasil	5	4
7	Indonésia	4,5	5
8	Japão	3	0,4
9	México	2,5	2
10	Canadá	2	1,5
11	África do Sul	1,5	2
12	Coréia do Sul	1,5	0,7

Fonte: Adaptado de Agência de Avaliação Ambiental da Holanda (2010).

Estes 12 países (considerando a União Europeia de 27 países como unidade) são responsáveis pela emissão de mais de 80% do total global. Pode-se verificar que o Brasil está em 6º lugar nas emissões mundiais.

Frente a este cenário, mecanismos tiveram que ser criados para reduzir as emissões de gases do efeito estufa e, conseqüentemente, auxiliar na mitigação das mudanças climáticas. Um destes mecanismos é o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, estabelecido pelo Protocolo de Quioto, que será abordado a seguir.

### 2.1.1 Protocolo de Quioto

Em 1992, no Rio de Janeiro, ocorreu a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD)<sup>7</sup>, que contou com a participação de 178 Estados e a presença de mais de 100 Chefes de Estado, constituindo grande marco histórico mundial. (SOARES, 2003, p. 76)

A Conferência disseminou o conceito de desenvolvimento sustentável e reafirmou os princípios da Conferência de Estocolmo. Além disso, possibilitou a abertura de um diálogo multilateral, colocando os interesses globais como sua principal preocupação. Pela primeira vez houve um reconhecimento político e público – resultado do processo iniciado em 1988 com a criação do IPCC – de que o aquecimento do planeta, que vinha sendo registrado pelos cientistas, podia ser resultado de emissões exageradas de GEE realizadas pelas atividades humanas - efeito antropogênico.

Resultaram da Conferência os seguintes documentos oficiais<sup>8</sup>:

- 1) Duas declarações de princípios: a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento e a Declaração de Princípios sobre as Florestas;

---

<sup>7</sup> A Conferência também ficou denominada oficialmente como ECO-92, Rio 92 e Cúpula da Terra.

<sup>8</sup> Este estudo utilizará os conceitos definidos pela ONU. O termo **acordo** é usado, geralmente, para caracterizar negociações bilaterais de natureza política, econômica, comercial, cultural, científica e técnica, podendo ser firmados entre países ou entre um país e uma OI. **Tratados** são atos bilaterais ou multilaterais aos quais se deseja atribuir especial relevância política. O termo **convenção** costuma ser empregado para designar atos multilaterais, oriundos de conferências internacionais e que abordem assunto de interesse geral. **Protocolo** designa acordos menos formais que os tratados. O termo é utilizado, ainda, para designar a ata final de uma conferência internacional. (ONU, 2011)



- 2) Duas convenções multilaterais: a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e a Convenção sobre a Diversidade Biológica;
- 3) O programa de ações, denominado Agenda 21. É um programa que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica, focando o novo padrão de desenvolvimento ambientalmente racional.

Para este estudo, focar-se-á a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), que deu bases para o desenvolvimento do Protocolo de Quioto. O Protocolo foi assinado no ano de 1997, na cidade de Quioto (Japão) e teve a incumbência de regulamentar a Convenção-Quadro e instituir a redução das taxas de emissão de GEE na atmosfera.

Para que o Protocolo entrasse em vigor, era necessária a ratificação de pelo menos 55 países, que juntos deveriam corresponder a pelo menos 55% das emissões globais de GEE.

A maioria dos países ratificou o Protocolo durante o ano de 2002. Nos anos de 2003 e 2004 o mesmo ficou praticamente estagnado, devido a não ratificação da Rússia. Em Outubro de 2004 a Rússia ratificou o Protocolo, que entrou em vigor somente em 16 de fevereiro de 2005. (ONU, 2007)

Devido às diferenças econômicas, sociais e de desenvolvimento, a Convenção dividiu as Partes em dois grupos:

- 1) Anexo I: Composto por países desenvolvidos, industrializados e alguns países com a economia em transição, como a Rússia e países do leste europeu. São considerados os principais responsáveis pelas emissões de gases do efeito estufa, tanto do ponto de vista histórico quanto na atualidade;
- 2) Não Anexo I: Composto por países em desenvolvimento, como Brasil, Argentina, México e Índia.

Os países que compunham o Anexo I deveriam reduzir, até o ano de 2012, em pelo menos 5,2% suas emissões combinadas de gases de efeito estufa em relação aos níveis de 1990. Alguns países assumiram compromissos maiores: Japão com 6% e União Europeia com 8%.

No Brasil, o Protocolo de Quioto foi aprovado pelo Congresso Nacional por meio do Decreto Legislativo n. 144, de 20 de junho de

2002, ratificado pelo governo brasileiro em 23 de agosto de 2002 e promulgado pelo Presidente da República em 12 de maio de 2005.

Apesar de ser um país em desenvolvimento e, portanto, não ter compromisso formal de redução de GEE, o Brasil assumiu as obrigações de implantação da Convenção do Clima, contando com três Ministérios que desempenham papel-chave na área de mudanças climáticas: o Ministério do Meio Ambiente, o Ministério da Ciência e Tecnologia e o Ministério das Relações Exteriores.

Para ajudar os países a atingirem suas metas de redução, o Protocolo estipulou 3 mecanismos de flexibilização, sendo os dois primeiros somente para países do Anexo I:

- 1) Implementação Conjunta (*Joint Implementation*), que consiste no mecanismo em que os países do Anexo I podem agir em conjunto para atingir suas metas. Desta maneira, se um país não conseguir reduzir suas emissões o suficiente, ele pode firmar um acordo com outro país do Anexo I para se ajudarem;
- 2) Comércio de Emissões (*Emission Trading*), que ocorre entre os países do Anexo I, em que empresas dos países que tiverem emissões inferiores a seu teto no período de 2008-2012 teriam créditos de carbono que poderiam vender a empresas dos países que tivessem emissões superiores ao seu teto;
- 3) Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL (*Clean Development Mechanism*), que permite atividades entre países do Anexo I e do Anexo II, com o objetivo de apoiar o desenvolvimento sustentável. (VIOLA, 2009)

Este último mecanismo é o foco deste estudo e será abordado com mais profundidade a seguir.

### **2.1.2 O MDL como Mecanismo de Flexibilização**

Para incentivar a redução de emissões de GEE, o Protocolo de Quioto propôs o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Os projetos de MDL são ações que colaboram para o desenvolvimento sustentável por terem potencial de sequestrar gases causadores do efeito estufa ou por reduzirem a sua emissão, como projetos de tratamento de esgoto doméstico, resíduos orgânicos, efluentes industriais e rurais e transporte. Neste trabalho, focar-se-á o tratamento e gestão de resíduos animais, especificamente os dejetos dos suínos.

Viola (2010, p. 6) resume o funcionamento do MDL: “empresas que superam seu teto de emissões dentro da legislação nacional para o setor podem comprar créditos de carbono de empresas dos países não pertencentes ao Anexo I que estejam reduzindo emissões além do “*business as usual*”.

A principal diferença entre o MDL e o Comércio de Emissões é que neste último as empresas não precisam fazer projetos. Já para que uma atividade de projeto de MDL seja implantada, é necessário seguir as determinações estipuladas, sendo que as Reduções Certificadas de Emissões (RCE) serão expedidas somente após o cumprimento das seguintes fases (esquematisadas na figura 4):

(1) Elaboração do Documento de Concepção do Projeto (*Project Design Development* – PDD). Este documento contempla, basicamente, a descrição geral da atividade de projeto, partes envolvidas no projeto, aplicação da linha de base<sup>9</sup> e metodologia de monitoramento, duração da atividade de projeto e período de crédito, impactos ambientais causados pela atividade da proponente e as melhorias que ocorrerão por meio do desenvolvimento do projeto e, finalmente, os comentários dos atores envolvidos e informações quanto à utilização de fontes adicionais de financiamento. Este documento geralmente é realizado por uma empresa de consultoria;

(2) Validação: é realizada para garantir que o projeto trará reais reduções de emissões, mensuráveis e de longo prazo. O Protocolo de Quioto requer uma terceira parte independente a ser envolvida no ciclo de um projeto de MDL, que é denominada Entidade Operacional Designada (EOD). É uma entidade legal com duas funções básicas: validação do projeto e subsequente pedido de registro do projeto. A EOD não atua como consultora para manter neutralidade e evitar conflito de interesses;

(3) Aprovação: verifica a contribuição do projeto para o desenvolvimento sustentável pela Autoridade Nacional Designada – AND. No Brasil é a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima – CIMGC, constituída por representantes dos seguintes ministérios: Ciência e Tecnologia (coordenador da Comissão); Relações Exteriores; Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Transportes; Minas e Energia; Planejamento, Orçamento e Gestão; Meio Ambiente;

---

<sup>9</sup> A linha de base é o cenário que representa, de forma razoável, as emissões antrópicas de gases do efeito estufa por fontes que ocorreriam na ausência da atividade de projeto proposta.

Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior; Cidades; Fazenda; Casa Civil da Presidência da República;

(4) Registro: é a aceitação formal, pelo Conselho Executivo, de um projeto validado como atividade de projeto do MDL. Nesta etapa, dois aspectos fundamentais são analisados: a aplicabilidade da metodologia escolhida e a adicionalidade do projeto<sup>10</sup>. O Conselho Executivo é o Órgão da Convenção-Quadro das Nações Unidas que supervisiona o funcionamento do MDL, sendo formado por membros representantes dos países integrantes do Protocolo;

(5) Monitoramento: esta etapa é necessária para a obtenção e armazenamento dos dados necessários para calcular a redução das emissões dos GEE, de acordo com a metodologia de linha de base estabelecida no DCP, que tenham ocorrido dentro dos limites da atividade de projeto e dentro do período de obtenção de créditos. O monitoramento é de responsabilidade dos participantes do projeto;

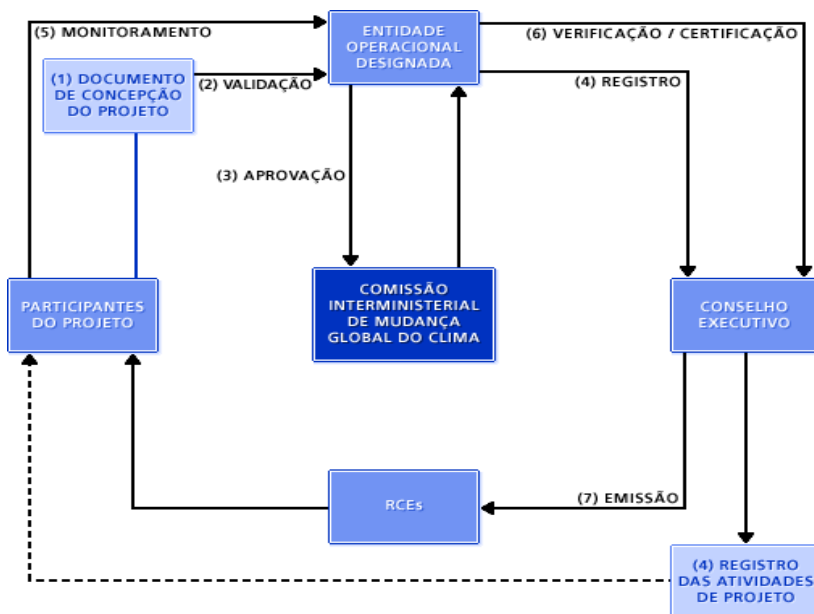
(6) Verificação/Certificação: é o processo de auditoria periódico e independente para revisar os cálculos acerca da redução de emissões de GEE ou de remoção de CO<sub>2</sub> resultantes de uma atividade de projeto do MDL, de acordo com o plano de monitoramento presente no DCP. Esse processo é feito para verificar se as reduções de emissões efetivamente ocorreram. Após a verificação, a EOD certifica que tal atividade de projeto atingiu um determinado nível de redução de emissões durante um período de tempo específico. Esta etapa é de responsabilidade da EOD;

(7) Emissão de RCE: de responsabilidade do Conselho Executivo do MDL. Ocorre quando o Conselho Executivo tem certeza de que todas as etapas de reduções de emissões decorrentes das atividades de projeto foram cumpridas, assegurando que estas reduções são reais, mensuráveis e de longo prazo. As RCE são emitidas pelo Conselho Executivo e creditadas aos participantes de uma atividade de projeto, na proporção por eles definida e, dependendo do caso, podendo ser utilizadas como forma de cumprimento parcial das metas de redução de emissão de GEE. (Ministério da Ciência e Tecnologia, 2009)

---

<sup>10</sup> A adicionalidade do projeto representa a diferença entre o cenário observado na ausência de um projeto de MDL, isto é, o cenário “*business as usual*” (concentração atmosférica de CO<sub>2</sub>) e o cenário após a execução da atividade do projeto (concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico reduzido ou CO<sub>2</sub> removido).

Após a emissão das RCE, a empresa vendedora dos créditos e a compradora, assinam o Contrato de Compra e Venda de Crédito de Carbono (ERPA)<sup>11</sup>.

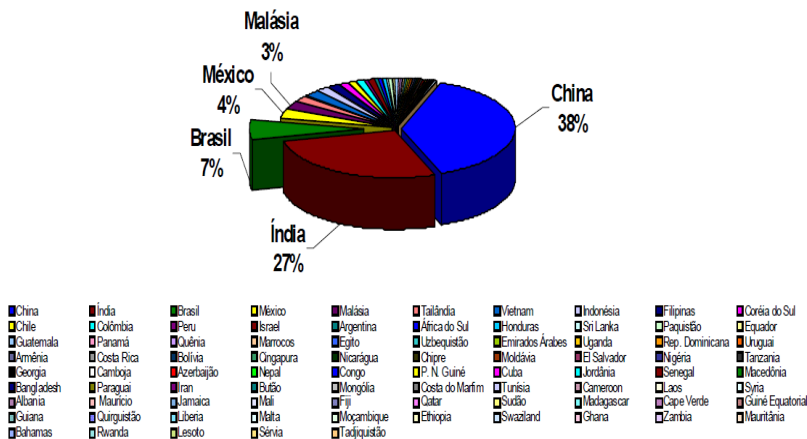


**Figura 4 - Ciclo do projeto de MDL**

Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia (2009).

A figura 5 demonstra o cenário dos projetos de MDL no Brasil e no Mundo. Foram levadas em consideração as atividades de projeto em estágio de validação, aprovação e registro. Em um total de 7.092 projetos, 2.787 já estavam registrados pelo Conselho Executivo do MDL e 4.305 estavam em outras fases do ciclo. O Brasil ocupa o terceiro lugar em número de projetos registrados, com 477 projetos (7%). Em primeiro lugar encontra-se a China com 2.729 (38%) e, em segundo, a Índia com 1.938 projetos (27%). Em contrapartida, o Reino Unido, Suíça e Japão são os maiores compradores de créditos de carbono.

<sup>11</sup> Abreviação de *Emission Reduction Purchase Agreement*.



**Figura 5 - Participação no total de atividades de projeto no âmbito do MDL no mundo**

Fonte: MCT (2011).

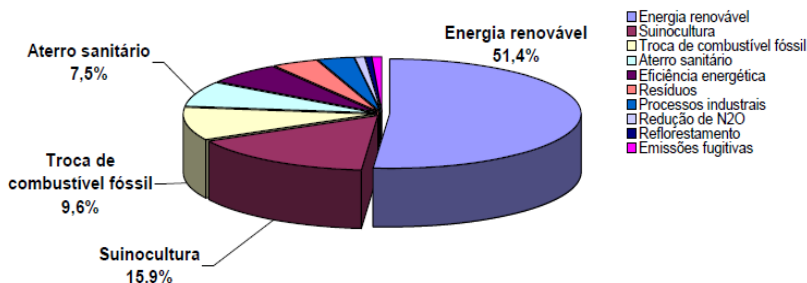
Desde a ratificação do Protocolo de Quioto, diversos mercados de comercialização de créditos de carbono foram criados, dentre os maiores estão a Bolsa do Clima de Chicago (CCX), Bolsa do Clima Europeia (ECX), Bolsa Norueguesa *NordPoll*, Bolsa de Energia da Áustria (EXAA), Bolsa *Bluenext* (França), *Multi-Commodity Exchange* (Índia) e a Bolsa de Mercadorias e Fundos (BM&FBOVESPA), do Brasil. A BM&FBOVESPA consiste em um ambiente eletrônico de negociação, desenvolvido para viabilizar o fechamento de negócios com créditos gerados por projetos MDL no âmbito do mercado voluntário<sup>12</sup>.

Em termos de potencial de reduções de emissões associado aos projetos de MDL, o Brasil ocupa a terceira posição, sendo responsável pela redução de 398.867.673 tCO<sub>2</sub>e (5% do total mundial). A China ocupa o primeiro lugar, com 3.724.718.500 tCO<sub>2</sub>e a serem reduzidas (47%), e em seguida está a Índia, com 1.914.957.607 de tCO<sub>2</sub>e (24%).

Fazendo uma análise por escopo setorial, a predominância das atividades de projeto de MDL no Brasil está no setor energético (51,4%

<sup>12</sup> O mercado voluntário consiste no mercado de créditos de carbono cujas regras não são regidas ou não se relacionam com as metas e mecanismos estabelecidos no Protocolo de Quioto ou projetos que ainda estejam em processo de certificação. Pela morosidade das aprovações estabelecidas pelo Protocolo, muitas empresas optam por vender seus créditos por meio do mercado voluntário para obter receitas em um prazo mais curto.

e 245 projetos em desenvolvimento), seguido pela suinocultura (15,9% e 76 projetos), troca de combustíveis fósseis (9,6% e 46 projetos) e aterro sanitário (7,5%, com 36 projetos).



**Figura 6 - Distribuição das atividades de projeto no Brasil por escopo setorial**

Fonte: MCT (2011).

A suinocultura representa o segundo maior setor com projetos de MDL no Brasil. Quando as propriedades suinícolas implantam seus projetos de MDL, além de poder acessar os créditos de carbono pela redução de emissões de GEE que estes projetos propiciam, ainda podem gerar energia elétrica, constituindo uma nova fonte de receita.

Tais projetos ajudam a atender à crescente demanda de energia no Brasil, decorrente do crescimento econômico, e a melhorar o fornecimento de eletricidade, contribuindo, ao mesmo tempo, para a sustentabilidade ambiental, social e econômica, por meio do aumento da participação da energia sustentável em relação ao consumo total de eletricidade no Brasil, substituindo, ainda, a construção de centrais elétricas que utilizariam combustíveis fósseis. Estudos demonstram que, a longo prazo, usar biomassa energética é mais vantajoso do que empregar a terra no cultivo de florestas para sequestro de carbono. (LARSON; KARTHA, 2000)

### 2.1.3 A Evolução das Discussões Ambientais e o Futuro do MDL

Com a entrada em vigor da Convenção-Quadro, os representantes dos países signatários<sup>13</sup> passaram a se reunir anualmente para decidir

<sup>13</sup> Até o momento 190 países ratificaram o documento. (PNUMA, 2010)

sobre aplicação e funcionamento das diretrizes do tratado, a implantação dos mecanismos previstos e o cumprimento das metas estabelecidas. Este evento é denominado Conferência das Partes (COP) e cada encontro leva o nome da cidade onde é realizado.

A primeira COP foi realizada em 1995, em Berlim (Alemanha), e desde então os resultados obtidos em cada evento têm sido positivos para o cenário de mitigação das mudanças climáticas, porém, as ações estão sendo, em sua maioria, consideradas lentas e com pouco comprometimento por parte de países altamente poluidores, como Estados Unidos e China.

Na primeira COP, o governo norte-americano de Bill Clinton assumiu uma posição propositiva no sentido de estabelecer metas obrigatórias de redução para os países desenvolvidos e metas de redução da taxa de crescimento futuro das emissões para os países emergentes. O *big player* tomou uma posição que deu esperança de uma iniciativa com grande força política. (Observatório do Clima, 2010)

Na COP-2, realizada no ano seguinte em Genebra (Suíça), a delegação norte-americana reafirmou a necessidade de metas obrigatórias de redução de emissões de GEE. Foi a primeira vez em que se discutiu sobre cotas comercializáveis de emissão de carbono como um mecanismo complementar na redução de emissões entre os Países do Anexo I. Na avaliação de Viola (2002), a proposta norte-americana foi rejeitada por três razões: falta de confiança na efetividade do modelo, já que nenhum país havia experimentado tal solução; havia um princípio contra o uso de mecanismos de mercado para a proteção ambiental; a proposta incluía compromissos por parte dos países emergentes de reduzir a taxa de crescimento das emissões. Esta COP deu início às negociações para a criação de um protocolo que tornaria obrigatória a redução de emissões por parte dos países pertencentes ao Anexo I e buscaria formas de estabelecer mecanismos complementares. Surgiam, então, os princípios do Protocolo de Quioto.

A COP-3 foi realizada no Japão, em 1997, e marcou a adoção do Protocolo de Quioto<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> COP's seguintes: COP-4, realizada em Buenos Aires (Argentina), em 1998; COP-5, realizada em Bonn (Alemanha), em 1999; COP-6, realizada em Haia (Holanda), em 2000; COP-7, realizada em Marrakesh (Marrocos), em 2001; COP-8, realizada em Nova Deli (Índia), em 2002; COP-9, realizada em Milão (Itália), em 2003; COP-10, realizada novamente em Buenos Aires, em 2004; COP-11, realizada em Montreal (Canadá), em 2005; COP-12, realizada em Nairóbi (Quênia), em 2006; COP-13, realizada em Bali (Indonésia), em 2007; COP-14, realizada em Poznan (Polônia), em 2008.



O governo norte-americano de Bill Clinton assinou o Protocolo neste ano, mas não o enviou ao Senado para ratificação. No início de 2001, antes da COP-7, o governo Bush anunciou oficialmente que se retirava das negociações do Protocolo por entender que o mesmo não lidava efetivamente com as mudanças climáticas por duas razões: não dava suficiente importância aos mecanismos de mercado e não estabelecia compromissos para países de renda média com rápido crescimento das emissões. Essa atitude provocou estupor na comunidade internacional, mas a União Europeia decidiu seguir com as negociações e ratificar o Protocolo mesmo sem a participação dos EUA. (VIOLA, 2009)

Em Novembro de 2001, o Protocolo de Quioto foi finalmente aprovado, na COP-7.

O Protocolo deixou de ser operado centralmente nos ministérios de meio ambiente da UE e passou a ser liderado pelos chefes de governo e seus ministros de relações exteriores.

Nos encontros seguintes, diversos temas sobre medidas mitigadoras das mudanças climáticas começaram a fazer parte das pautas das discussões. Na COP-8, realizada em 2002, mesmo ano em que ocorreu a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio +10), o foco foi o uso de fontes renováveis na matriz energética das Partes, marcando a adesão da iniciativa privada e de ONG's ao Protocolo de Quioto, no mesmo momento em que apresentou projetos para a criação de mercados de créditos de carbono.

Paralelamente à COP-11, em 2005, foi realizada a Primeira Conferência das Partes do Protocolo de Quioto (MOP1). Entrou em pauta a discussão sobre o segundo período do Protocolo, após 2012.

A COP-14, realizada em 2008 na Polônia, apresentou alguns avanços significativos, mas decepcionou os que esperavam resultados concretos. Vários representantes que estiveram presentes afirmaram que um dos principais fatores que impediu um maior comprometimento com a redução de emissões, por parte dos países desenvolvidos, foi a espera pela tomada de posição do novo presidente dos Estados Unidos, Barack Obama, frente às mudanças climáticas. Ao longo de toda a sua campanha, Obama afirmou que, ao contrário do ex-presidente George Bush, os Estados Unidos iriam assumir a liderança nas negociações climáticas em 2009.

O resultado positivo da COP-14 foi a mudança de postura oficial adotada pelos países em desenvolvimento. O Brasil, China México e Peru, por exemplo, apresentaram propostas concretas de redução das

emissões. Porém, poucas metas de real relevância foram assumidas pelas nações desenvolvidas.

A divergência de posições políticas e econômicas entre as nações impediu que a conferência cumprisse o seu principal objetivo, que era elaborar um esboço para um novo acordo climático global, com a definição de cortes severos no total das emissões. A falta de consenso, alimentada pela crise financeira mundial, colocou em xeque o estabelecimento de um compromisso articulado pelo combate às mudanças climáticas até o final de 2009.

Durante a COP-15, realizada em Copenhague, em 2009, ficou clara a enorme dificuldade dos países para atingir um acordo legalmente vinculante para mitigar as mudanças climáticas.

Segundo VIOLA (2010, p. 37), “das três potências climáticas – EUA, China e União Europeia – apenas a última tinha uma posição de favorecer o acordo com metas que teriam impacto relevante para a mitigação, mesmo que insuficientes do ponto de vista do IPCC”.

Os EUA alegam que nunca assinaram o Protocolo de Quioto pelo fato de este não estabelecer obrigações para os países de renda média e fixa, demonstrando desigualdade de condições. Giddens (2009) afirma que este cenário é lamentável, já que os EUA continuam sendo o país mais importante para acordos de mudanças climáticas, por ser o segundo maior emissor e por ter o maior potencial de inovação tecnológica de impacto mundial na direção do baixo carbono.

Se de um lado as negociações do Protocolo não evoluíram, do outro, o encontro gerou o Acordo de Copenhague, um documento débil do ponto de vista jurídico – foi apenas um acordo político entre os países que o endossaram, não sendo vinculante, como é o Protocolo de Quioto, nem endossado pela COP – porém, importante no ponto de vista do constrangimento das emissões de carbono.

Este Acordo, produzido pelo BASIC (Brasil, África do Sul, Índia e China) e Estados Unidos, declarou que era necessário evitar um aumento superior a 2 graus na temperatura média da terra, deixando em aberto o comprometimento de redução das metas de mitigação de emissões aos países que a ele aderissem.

Em fevereiro de 2010, EUA, União Europeia, Canadá, Japão, México e Coreia do Sul se associaram sem reservas ao Acordo de Copenhague. Brasil e África do Sul inicialmente se associaram com reservas, alegando que seria importante dar continuidade ao Protocolo de Quioto, porém, também se associaram formalmente ao Acordo. China e Índia se associaram formalmente somente em março, após pressão dos outros países. (PNUMA, 2010)

Em março, o Acordo tinha apoio formal de 110 países, incluindo todos os maiores emissores do mundo. Como o Acordo depende inteiramente de que cada um dos países cumpra suas promessas, será necessário aguardar os próximos anos para analisar sua eficácia.

No ano seguinte, representantes de 190 países participaram da COP-16, em Cancun, onde foi definido um acordo sobre a fixação de compromissos de todos os países para a atenuação das mudanças climáticas no processo formal da UNFCCC, denominado “Acordos de Cancun”, que prevê:

a) Um sistema de maior consistência nas promessas de combate ao aquecimento global pelos governos. Metas dos países industrializados são oficialmente reconhecidas no âmbito do processo multilateral, e estes países devem desenvolver planos e estratégias de desenvolvimento de baixo carbono, avaliar a melhor forma de cumpri-los, inclusive por meio de mecanismos de mercado, e apresentar os seus inventários anuais;

b) Os países terão que tomar ações concretas para proteger as florestas do mundo, que atualmente representam aproximadamente 20% das emissões globais de carbono;

c) Os representantes também concordaram com a criação de um “Fundo Verde”, que será gerenciado pelo Banco Mundial e destinará, até 2020, US\$ 100 bilhões por ano aos países em desenvolvimento<sup>15</sup>. O objetivo é ajudar as nações mais pobres a combater as mudanças climáticas. Um registro deve ser configurado para combinar ações de mitigação dos países em desenvolvimento, com financiamento e apoio tecnológico provenientes dos países industrializados. Os países em desenvolvimento devem publicar relatórios de progresso a cada dois anos. (PNUMA, 2010)

O Brasil e o Reino Unido tiveram papel político de destaque no âmbito do Protocolo de Quioto. Na primeira semana do evento, o Japão alegou que não iria aceitar prosseguir com o Protocolo caso os grandes emissores de GEE não aderissem (EUA e China). A decisão causou uma instabilidade nas negociações, ameaçando o resultado da conferência. Na segunda semana, com a chegada dos líderes das nações e ministros de Estado, as discussões ganharam foco e as articulações começaram a ser desenhadas. O “Acordo de Cancun” estabeleceu a intenção dos

---

<sup>15</sup> União Europeia, Japão e Estados Unidos prometeram o financiamento de US\$ 100 bilhões até 2020. Em curto prazo, os países se comprometeram também com uma ajuda imediata de US\$ 30 bilhões. (UNEP, 2010)

países em discutir uma nova fase de compromissos de redução de emissões de GEE e os países concordam em dar seguimento às negociações do Protocolo para além de 2012, convocando as nações a reduzir as emissões entre 25 e 40% em 2020, em relação às emissões de 1990. No entanto, a decisão não obrigou nenhum país a assinar compromissos para o período posterior a 2012.

Segundo a chefe da UNFCCC, Christiana Figueres, a COP-16 conseguiu fazer com que “as esperanças pudessem renascer, e que a fé no processo de cooperação multilateral fosse restabelecida. Os governos deram um claro sinal de que estão caminhando para construir, juntos, um futuro na direção de baixas emissões de carbono”. (ibidem)

O secretário-geral da ONU, Ban Ki-moon definiu que o pacote de decisões representa um sucesso importante, no entanto, não é legalmente vinculado.

Espera-se que documentos vinculantes sobre o Protocolo de Quioto sejam assinados na próxima Conferência das Partes, que está agendada para realizar-se na África do Sul, de 28 de novembro a 9 de dezembro de 2011.

Além disso, espera-se que os projetos de MDL não percam sua atratividade e espaço devido à grande burocracia e complexidade para conclusão dos projetos e início das comercializações. Diversas críticas são feitas aos projetos de MDL devido a:

I) Complexidade do processo: as etapas de implantação e aprovação do projeto são complexas e passam por avaliações extremamente criteriosas e lentas. Não raramente os projetos têm que retornar à etapa inicial do para revisão integral;

II) Janela de Tempo entre a aproximação do ano de 2012 e o tempo necessário para validar, registrar e emitir as RCE, o que costuma levar de 18 a 24 meses, sendo esse um período que pode se estender. Isto acaba desmotivando o investidor;

III) Custo x Risco: o custo para implantação de projetos de MDL é elevado, o que representa um obstáculo para empresas de pequeno e médio porte, que ficam excluídas do processo. Ainda mais quando a empresa deve contar com recursos próprios e ao mesmo tempo correr os riscos inerentes.

Por meio de políticas nacionais, espera-se que o MDL tenha um futuro consistente e com resultados favoráveis, tanto ao meio ambiente quanto aos realizadores dos projetos.

## 2.2 A UTILIZAÇÃO DO BIOGÁS COMO FONTE RENOVÁVEL DE ENERGIA E REDUÇÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA

### 2.2.1 Economia a Biogás: Fonte para Geração de Energia e Créditos de Carbono

O Brasil é responsável por aproximadamente 5% das emissões globais de gases do efeito estufa. Nos anos de 2005 a 2009 estas emissões sofreram uma forte redução se comparadas ao período de 2001 a 2004, devido principalmente à dramática queda da taxa de desmatamento na Amazônia<sup>16</sup>, já que governos dos estados amazônicos, apoiados pela Secretaria de Assuntos Estratégicos do Governo Federal, formaram o Fórum da Amazônia e impulsionaram, em 2009, a mudança da posição brasileira para a preservação da região. (VIOLA, 2009, p. 14)<sup>17</sup>

Porém, estas reduções poderiam ser muito mais significativas se houvesse maior conscientização com respeito à conservação da energia, aproveitando os recursos energéticos renováveis disponíveis em abundância no nosso país. Um exemplo é a utilização de biogás<sup>18</sup>, um potencial econômico que frequentemente passa despercebido pelas empresas. Presente na biomassa dos resíduos orgânicos, esgotos domésticos, efluentes industriais e rurais, o biogás é uma importante fonte renovável de energia, além de reduzir sérios impactos ambientais quando tratado adequadamente.

Um estudo denominado Agenda Elétrica Sustentável 2020, realizado em 2006, pela *World Wildlife Fund* Brasil (WWF- Brasil), constatou que o Brasil tem potencial para que a geração de energia por fontes renováveis (como biomassa, eólica, solar e pequenas hidrelétricas) seja responsável por 20% da geração total de eletricidade no país, o que estabilizaria as emissões de dióxido de carbono e de óxido de nitrogênio, principais gases causadores do efeito estufa, em um patamar próximo ao de 2004. Com a utilização da energia por fontes

---

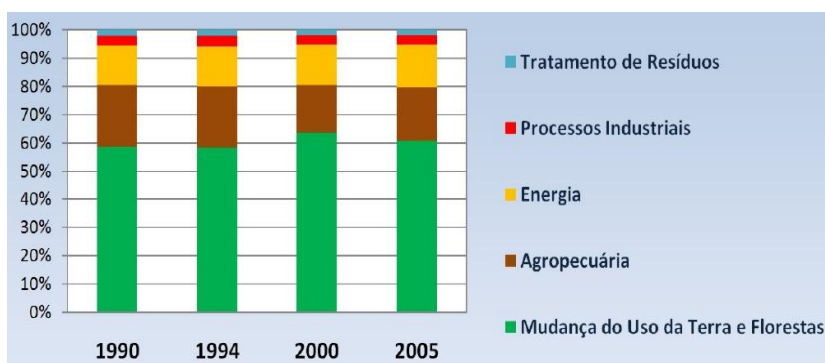
<sup>16</sup> No período de 2001 a 2004, a média anual de desmatamento na Amazônia era de 20.000 km<sup>2</sup>. Esta área foi reduzida para 12.000 km<sup>2</sup> no período de 2005 a 2009, chegando a 7.000 km<sup>2</sup> em 2009.

<sup>17</sup> O Brasil, além de mudar sua posição com relação à preservação das florestas, também aceitou que o desmatamento evitado fizesse parte do MDL ou de qualquer outro novo mecanismo de mercado (REDD- Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal) envolvendo créditos de carbono que pudesse emergir nas próximas COP's.

<sup>18</sup> O biogás derivado da agricultura é constituído por 68% de gás metano (CH<sub>4</sub>), 26% de gás carbônico (CO<sub>2</sub>), 5% de H<sub>2</sub>O e 1% de gases-traço, dentre eles o gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S). (BIOGAS RENEWABLE ENERGY, 2011)

renováveis, “o cenário Elétrico Sustentável poderia reduzir 413 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> acumuladas durante o período 2004-2020, superando a marca de 403 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> evitadas pelo Programa Proálcool, entre 1975 e 2000”. (WWF, 2006)

A figura 7 apresenta as parcelas de emissões de GEE por setor, considerando dados levantados pelo 1º Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa – publicado em 2004 pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, que considera o período de 1990 a 1994 – e pelo o 2º Inventário, publicado em 2010, que considera o período de 2000 e 2005<sup>19</sup>. (BRASIL, MCT, 2010)



**Figura 7 - Emissões brasileiras de GEE por Setor (1990 -2005)**

Fonte: MCT (2010).

Verifica-se que, após o setor de Mudança do Uso da Terra e Florestas (que corresponde a 61%, no ano de 2005), a principal fonte de emissões é a Agropecuária, com 18%, seguida do setor de Energia, com 16%. Os setores Tratamento de Resíduos e Processos Industriais respondem pelos 5% restantes.

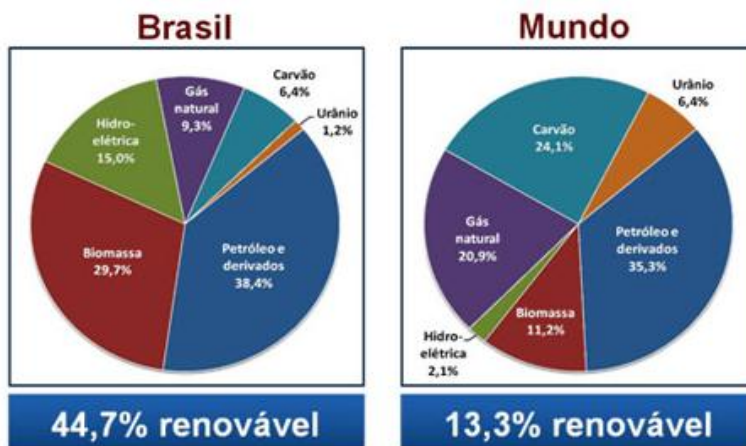
Tendo em vista o alto grau de responsabilidade da agropecuária no cenário das emissões de GEE, faz-se necessário o aproveitamento dos resíduos desta atividade em prol do meio ambiente, e a geração de energia por meio da biomassa residual – agroenergia – surgiu como forma de atenuar esses impactos, além de consequentemente trazer novas rendas aos produtores rurais.

<sup>19</sup> Segundo o relatório, o panorama das emissões setoriais no país em 2005 não difere muito daquele de 1994, em termos relativos. (MCT, 2010)

O crescente processo de urbanização da população mundial aumentou significativamente a escala de produção e comercialização de alimentos para abastecê-la. Inevitavelmente, a produção agropecuária transformou-se em escala industrial e de forma desordenada, causando sérios impactos ao meio ambiente devido à grande geração de resíduos vegetais e animais.

A agroenergia apresenta amplas oportunidades de evolução no Brasil. Segundo Sachs (2008), “seu extenso território abriga ecossistemas variados, em sua maioria, dotados de recursos hídricos abundantes e de climas favoráveis à produção de biomassas as mais variadas, terrestres, florestais e aquáticas”. Além disso, o país possui uma quantidade expressiva de resíduos derivados da pecuária, principalmente da suinocultura e bovinocultura, que podem ser utilizados como fontes renováveis de energia. O autor defende que “nenhum outro país do mundo reúne condições igualmente favoráveis à criação gradual de uma nova civilização sustentável dos trópicos, baseada na exploração sistemática do trinômio biodiversidade-biomassas-biotecnologia”. (ibidem)

De acordo com a figura 8, a matriz elétrica brasileira é composta predominantemente por fontes renováveis de energia (44,7%), sendo que deste total, 29,7% corresponde à energia gerada pela biomassa. Já no restante do mundo, as fontes renováveis representam apenas 13,3% e a biomassa 11,2%, demonstrando que a matriz energética brasileira é bastante limpa comparativamente às dos demais países.



**Figura 8: Composição da matriz energética brasileira**

Fonte: MME (2008).

Pode-se constatar que a biomassa tem uma grande representatividade e um grande potencial de crescimento como fonte renovável de energia. Neste sentido, nos últimos anos a ciência tem estudado intensamente a utilização dos gases para energia, propondo uma matriz energética com predominância de recursos renováveis, para diminuir os efeitos danosos dos combustíveis fósseis.

Hefner III (2002) destaca em sua publicação, *A Era dos Gases*, a evolução da matriz energética mundial. Segundo o autor, a matriz vem evoluindo desde a predominância dos combustíveis sólidos, como biomassa da madeira, passando a utilizar combustíveis líquidos, como derivados de petróleo, e prevendo que haverá a Era dos Gases, que terá seu apogeu na matriz movida a hidrogênio ( $H_2$ ), considerado o mais puro vetor de energia conhecido até o momento.

Hefner III afirma que o biogás está na rota do hidrogênio e o considera um estágio preliminar ou precursor da economia do hidrogênio. Isto se explica até devido à composição do metano ( $CH_4$ ): duas moléculas de  $H_2$  para uma de Carbono. A publicação enfatiza, ainda, que o biogás deve ser reconhecido urgentemente como um produto de valor econômico, seja por meio de créditos de carbono ou geração de energia.

Uma das fontes mais abundantes de biogás no Brasil são os dejetos provenientes da pecuária. Por meio da criação de suínos, por exemplo, é possível utilizar os dejetos dos animais para transformá-los diretamente em energia elétrica, térmica e automotiva, além de gerar créditos de carbono e biofertilizantes. Indiretamente, estes resíduos geram “demandas por serviços de planejamento, implantação, operação e manutenção dos processos que produzem o biogás e energias que com ele podem ser geradas”. (BLEY, 2010)

Segundo Gordon et al (2009), “a exploração da produção de energia a biogás não é apenas uma fonte potencial de renda para os agricultores, gerando também benefícios ambientais para a sociedade como um todo”.

### **2.2.2 As Políticas Nacionais para Reduções de Emissões de Gases do Efeito Estufa por meio da Geração de Energia a Biogás**

O Brasil tem evoluído lentamente com relação às políticas que visam à mitigação das mudanças climáticas e eficiência energética.

O “apagão elétrico”, que ocorreu em 2001, gerou um significativo aumento da eficiência energética no Brasil (cerca de 20%)



e da consciência pública voltada para a conservação da energia. Porém, segundo VIOLA (2009, p. 15):

Infelizmente esse ganho não tem sido absorvido nas políticas públicas como parte de uma matriz mais ampla de redução das emissões de carbono. A pequena e necessária diversificação da matriz de eletricidade que se promoveu nos últimos anos, como produto do apagão, foi na direção de termoeletricas de combustíveis fósseis, ao invés de termoeletricas de biomassa e redes eólica e solar.

Até meados de 2009, as políticas públicas de mitigação às mudanças climáticas no Brasil foram muito limitadas. A partir de então o governo tem procurado ferramentas e programas que sejam mais eficazes quanto à redução de emissões de GEE.

Em 2007, foi criada a Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental, no Ministério do Meio Ambiente, porém, com capacidades muito limitadas e orçamento restrito. (VIOLA, 2010)

Em 2008, na véspera da COP-14, o Poder Executivo enviou ao Congresso um projeto de Lei cuja tratativa era o problema das mudanças climáticas. Porém, somente em 29 de dezembro de 2009 foi instituída a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), por meio da Lei nº 12.187. A Lei internalizou parcialmente a mudança climática na estrutura jurídica brasileira, embora não tenha definido metas obrigatórias de emissões<sup>20</sup>.

A Lei visa, primordialmente, à redução das emissões antrópicas de GEE em relação às suas diferentes fontes, estabelecendo como compromisso nacional voluntário, a redução de 36,1% a 38,9% das emissões projetadas até 2020. (Artigo 4º, inciso II e Artigo 12º)

Seu artigo 3º, inciso II, define que:

Serão tomadas medidas para prever, evitar ou minimizar as causas identificadas da mudança climática com origem antrópica no território nacional, sobre as quais haja razoável consenso por parte dos meios científicos e técnicos ocupados no estudo dos fenômenos envolvidos.

---

<sup>20</sup> Internalizar a mudança na estrutura jurídica significa “definir claramente os gases estufa como poluentes, mesmo que diferenciados dos outros poluentes de impacto local que afetam a saúde humana”. (VIOLA, 2010, p. 15)

A Lei ainda define que estas medidas devem ser promovidas no âmbito estadual e municipal por entidades públicas e privadas, demonstrando a relevância de programas de reduções de emissões para mitigação das mudanças climáticas e a responsabilidade de empresas, tanto públicas quanto privadas, na atenuação de suas emissões.

Foram estabelecidos dezoito instrumentos da PNMC, dentre eles:

I) Plano Nacional sobre Mudança do Clima: foi elaborado conjuntamente por 17 ministérios<sup>21</sup>, em 2008, quando a PNMC ainda era Projeto de Lei (nº 3.535/2008). Seu principal objetivo é identificar, planejar e coordenar as ações e medidas que “possam ser empreendidas para mitigar as emissões de GEE geradas no Brasil, bem como àquelas necessárias à adaptação da sociedade aos impactos que ocorram devido à mudança do clima”. (BRASIL, 2008)

O Plano considera que o MDL é “um efetivo instrumento econômico de promoção de ações de mitigação das emissões de gases de efeito estufa no país”. Desta maneira, o Plano pretende conservar a adicionalidade de atividades de projeto de MDL no Brasil. (ibidem)

II) Fundo Nacional sobre Mudança do Clima: foi criado pela Lei 12.114, de 9 de dezembro de 2009, e regulamentado pelo decreto 7.343, de 26 de outubro de 2010. É responsável pela promoção e financiamento de atividades vinculadas à PNMC, destinando recursos para ações de combate à desertificação, adaptação ao clima, promoção e difusão de tecnologias, incentivo às cadeias produtivas sustentáveis e pagamento de serviços ambientais. Dentre estas ações estão projetos de redução de emissões de gases de efeito estufa. (Artigo 5º, § 4º, inciso IV da Lei nº 12.114/ 2009)

Cerca de R\$ 226 milhões para linhas de crédito dedicado a projetos do setor público e privado já foram aprovados para 2011. O agente financeiro dos recursos é o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Também estão previstos R\$ 34 milhões que serão destinados pelo MMA para iniciativas públicas, com recursos não reembolsáveis. (BRASIL, 2011)

III) Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, demonstrando a situação atual

---

<sup>21</sup> Os 17 ministérios são: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Ciência e Tecnologia, Ministério da Defesa, Ministério da Educação, Ministério da Fazenda, Ministério da Integração Nacional, Ministério da Saúde, Ministério das Cidades, Ministério das Relações Exteriores, Ministério de Minas e Energia, Ministério do Desenvolvimento Agrário, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Ministério do Meio Ambiente, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Ministério dos Transportes, e Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República.

e tendências das mudanças climáticas no país, abordando os diversos setores socioeconômicos (agrícola, energético, saúde, recursos hídricos etc.). Conforme explicitado anteriormente, o 1º Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa foi publicado em 2004, pelo Ministério da Ciência e Tecnologia.

IV) As linhas de crédito e financiamento específicas de agentes financeiros públicos e privados, que serão abordadas no subcapítulo a seguir.

Em 9 de Dezembro de 2010, o Decreto nº 7.390 foi instaurado para regulamentar os artigos 6º, 11º e 12º da Lei da Política Nacional sobre Mudança do Clima, que se referem, respectivamente, aos instrumentos da PNMC; aos princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos das políticas públicas e programas governamentais do PNMC e ao compromisso nacional voluntário de redução de emissões.

O decreto estabelece uma meta de redução entre 1.168 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (tonCO<sub>2</sub>eq) e 1.259 milhões de tonCO<sub>2</sub>eq, para uma projeção de emissão de 3.236 milhões de tonCO<sub>2</sub>eq no período (art. 6º do Decreto nº 7.390). Se for alcançada, vai representar uma redução voluntária de 6% em relação a 2005.

O documento prevê, ainda, que 12 setores da economia nacional incorporem metas para que o número estipulado seja alcançado, cada um tendo que apresentar um plano de ações até o final de 2011. Os planos serão revisados a cada três anos e poderão servir de base para um mercado nacional de Crédito de Carbono. Se artigo o 5º estabelece para a agropecuária um limite de emissões de 730 milhões de tonCO<sub>2</sub>eq para o ano de 2020.

Dentre as ações nacionais que deverão ser desenvolvidas para conseguir esta redução de emissões, focando no setor de agropecuária, estão:

**Art 6º, §1º, III** - expansão da oferta hidroelétrica, da oferta de fontes alternativas renováveis, notadamente centrais eólicas, pequenas centrais hidroelétricas e bioeletricidade, da oferta de biocombustíveis, e incremento da eficiência energética.

**IX** - ampliação do uso de tecnologias para tratamento de 4,4 milhões de m<sup>3</sup> de dejetos de animais;

O Decreto nº 7.390 estabelece, ainda, quatro planos de ação para a prevenção e controle do desmatamento nos biomas e planos setoriais de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas, dentre eles o Plano para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, que objetiva a redução de 1 bilhão de tonCO<sub>2</sub>eq até 2020. Dentre outras ações, prevê-se a redução de 174 a 217 milhões de tonCO<sub>2</sub>eq com a ampliação da eficiência energética, o uso de biocombustíveis, a oferta de hidrelétricas e fontes alternativa de biomassa, eólicas e PCH.

Segundo análise realizada por Bley (2010), levando-se em conta que a produção anual de biogás advindo da pecuária é de 8.577,8 milhões de m<sup>3</sup>, e considerando que haja 60% de metano no biogás<sup>22</sup>, obtém-se uma produção anual de metano de 5.145,6 milhões de m<sup>3</sup>. Como a densidade do metano é de 0,72kg/m<sup>3</sup> e o potencial deste gás é 21 vezes maior que o CO<sub>2</sub>, pode-se concluir que a redução anual de emissões somente com a utilização do biogás será de 77,8 milhões de tonCO<sub>2</sub>eq. Ou seja, 8% do total de reduções esperadas, que é de 1 bilhão de tonCO<sub>2</sub>eq.

Esse decreto pode ser considerado um passo de extrema importância para o Brasil, pois o coloca em posição de vanguarda em relação à busca de uma Economia de Baixo Carbono frente aos outros países. Além disso, obriga que os setores diversos da economia brasileira façam suas políticas ambientais, minimizando suas emissões de GEE e neutralizando ou compensando as que restarem.

### **2.2.3 Programas Nacionais de Linhas de Crédito e Financiamento para Agropecuária de Baixo Carbono**

Para que os programas de redução de emissões sejam viáveis e possam ser implantados pelas empresas, tanto do setor público quanto privado, faz-se necessário linhas de financiamentos que sejam compatíveis com os resultados previstos pelo projeto.

A Política Nacional sobre Mudança do Clima determina que:

**Art. 8o** As instituições financeiras oficiais disponibilizarão linhas de crédito e financiamento específicas para desenvolver ações e atividades que atendam aos objetivos desta Lei e voltadas para induzir a conduta dos agentes privados à

---

<sup>22</sup> Segundo dados da SIDRA/IBGE, 2006, apud Bley (2010).

observância e execução da PNMC, no âmbito de suas ações e responsabilidades sociais.

Há diversas linhas de crédito e financiamento que foram criadas para ações voltadas ao meio ambiente. Como o foco deste estudo é aproveitamento dos dejetos da suinocultura, destacar-se-á programas no setor da agropecuária<sup>23</sup>.

**a) Programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC)<sup>24</sup>:** Instituído pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em junho de 2010, após compromissos estabelecidos na COP-15, com base no Plano para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (citado anteriormente). O Programa visa a promover a redução de 1 bilhão de tonCO<sub>2</sub>eq até 2020 e contribuir para a redução do desmatamento. Os investimentos advindos desta linha de financiamento devem ser destinados à implantação de sistemas de integração lavoura-pecuária, lavoura-floresta, pecuária-floresta ou lavoura-pecuária-floresta; e implantação e manutenção de florestas comerciais ou destinadas à recomposição de reserva legal ou de áreas de preservação permanente. A taxa de juros é de 5,5% ao ano e o limite de crédito é de até R\$ 1 milhão por cliente. (BRASIL, BNDES, 2011)

Os projetos ambientais da Granja São Roque e o Condomínio de Agroenergia para Agricultura Familiar da Bacia do Rio Ajuricaba, apresentados posteriormente, estão sendo utilizados pelo Governo Federal como unidades de demonstração da viabilidade técnica e econômica deste programa.

**b) Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar ECO (Pronaf Eco):** Foi criado pelo decreto nº 1.946, de 28 de junho de 1996. O Pronaf Eco é uma linha para o financiamento de investimentos em técnicas que minimizam o impacto da atividade rural ao meio ambiente, bem como permitem ao agricultor um melhor convívio com o bioma em que sua propriedade está inserida. Dentre estas técnicas, estão o desenvolvimento de tecnologias de energia renovável, como o uso da biomassa de dejetos de suínos, e tecnologias

---

<sup>23</sup> Todas estas linhas de crédito e financiamento podem ser tomadas por produtores rurais (pessoas físicas ou jurídicas) e suas cooperativas. Essas linhas têm como agente financeiro o BNDES.

<sup>24</sup> Também denominado Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura.

ambientais, como estação de tratamento de água, de dejetos e efluentes e compostagem. As taxas de juros variam entre 1% a.a., para investimentos de até R\$ 10 mil, e 4% a.a., para investimentos de até R\$50 mil. (BRASIL, BNDES, 2011)

**c) Programa de Estímulo à Produção Agropecuária Sustentável (PRODUSA):** Seu principal objetivo é disseminar o conceito de agronegócio responsável e sustentável, agregando características de eficiência, de boas práticas de produção, responsabilidade social e de conservação ambiental. A taxa de juros é de 6,76% a.a e o limite de crédito é até R\$ 400 mil, quando se trata de recuperação de área degradada, e R\$ 300 mil para outros investimentos.

**d) Programa de Modernização da Agricultura e Conservação de Recursos Naturais (MODERAGRO):** destinado à construção, instalação e modernização de benfeitorias, aquisição de equipamentos de uso geral, incluindo equipamentos para manejo e contenção de animais e para geração de energia alternativa à eletricidade convencional (como biogás dos dejetos dos suínos), além de outros necessários ao suprimento de água, alimentação e tratamento de dejetos relacionados às atividades que se dediquem à exploração de criação animal amparadas pelo programa. A taxa de juros é de 6,75% a.a e o limite de até R\$ 300 mil por cliente, em cada uma das modalidades do programa. (BRASIL, BNDES, 2011)

**e) Programa BNDES PSI – Inovação:** visa a apoiar empresas no desenvolvimento de capacidade para empreender atividades inovadoras de caráter sistemático, bem como apoiar projetos de inovação de natureza tecnológica que envolvam risco tecnológico e oportunidades de mercado. O limite da operação é de R\$ 1 milhão e a taxa de juros é de 3,5% a.a. para os financiamentos de projetos de inovação tecnológica.

**f) Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa):** foi instituído pelo Artigo 3º da Lei 10.438 de 26 de abril de 2002 e regulamentado pelo Decreto nº 5.025, de 2004, visando a aumentar a participação da energia elétrica produzida por empreendimentos concebidos com base em fontes eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (PCH) no Sistema Elétrico Interligado Nacional (SIN). O Programa é coordenado pelo Ministério de Minas e Energia e tem como seu braço de implantação as Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobras), que garante a contratação e compra da energia gerada por 20 anos.

O Programa previa a implantação de 144 usinas, totalizando 3.299 MW de capacidade instalada, sendo 1.191,24 MW provenientes de 63 PCHs, 1.422,92 MW de 54 usinas eólicas e 685,24 MW de 27 usinas a base de biomassa. Além disso, previa a redução de emissão de 2,8 milhões de tonCO<sub>2</sub> por ano. (BRASIL, BNDES, 2011)

O início de funcionamento das usinas, previsto para 2006, foi postergado para o final de 2008 para contratos celebrados pela Eletrobras até 30 de junho de 2004. Porém, até o fim de 2009, apenas 55% do Programa havia sido concluído (dos 3.299 MW de geração de energia limpa que estava previsto, apenas 1.825,26 MW estavam sendo gerados), contando com 89 usinas em operação, conforme tabela 2.

**Tabela 2 - Usinas em operação comercial - Proinfa**

FONTE	Em operação			TOTAL	
	Qde	MW	%	Qde	MW
<b>PCH</b>	46	925,54	78%	63	1.191
<b>BIOMASSAS</b>	20	514,34	75%	27	685
<b>EÓLICAS</b>	23	385,38	27%	54	1.423
<b>TOTAL</b>	89	1.825,26	55%	144	3.299

Fonte: MME (2009)

As principais dificuldades encontradas para a conclusão do Programa, segundo Greenpeace (2011), foram:

I) Valores baixos pagos pela Eletrobras para a energia eólica e biomassa, que não davam viabilidade econômica aos projetos e eram insuficientes para cobrir os custos de produção, representando falta de incentivo do governo federal;

II) Os contratos entre a Eletrobras e os produtores de energia foram considerados desbalanceados. Na questão dos créditos de carbono, por exemplo, ficou estabelecido que todos os créditos comercializados seriam da estatal, sem dar nenhum lucro ao produtor;

III) Foi estabelecido que o índice de nacionalização de empreendimentos energéticos deveria ser de, no mínimo, 60%. Tal índice considera a nacionalização não apenas do equipamento, mas do empreendimento como um todo, e foi criticado por dificultar

especialmente os empreendimentos eólicos, já que a maioria dos aerogeradores e outros equipamentos são importados<sup>25</sup>. Em função dessas críticas, este índice teve que ser flexibilizado para viabilizar os projetos;

IV) Um dos principais entraves à geração de energia a biomassa e eólica foi a conexão à rede básica, uma vez que não houve investimento das distribuidoras na ampliação das linhas de transmissão. Segundo o Greenpeace (2011), “pelo menos para as usinas de cogeração, a situação pode melhorar: a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) deve licitar a construção de linhas de transmissão e subestações coletoras”. Este fato facilitaria a conclusão da interligação das usinas, que ficariam responsáveis por um trecho menor de conexão, até as subestações.

V) Com relação à parte documental, alguns entraves burocráticos foram enfrentados na obtenção de licenças ambientais, atrasos na aprovação de projetos por questões jurídicas, técnicas e de documentação, além da reprovação de projetos pelo BNDES, devido à falta de garantias suficientes da parte de pequenos e médios investidores.

## 2.3 O CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO

### 2.3.1 Definições e Finalidades

O Cadastro Multifinalitário pode ser definido como um sistema de informações territoriais que compreende dados diversificados, projetado para servir tanto aos órgãos públicos como privados, além de servir aos cidadãos, diferindo de outros sistemas territoriais por ser baseado em parcelas. Segundo Sadeck (2008), o CTM consiste na compilação de dados que serve de base para “toda a infraestrutura de dados geoespaciais referentes a parcelas territoriais de um país. São esses dados que serão trabalhados para gerar informações que darão suporte à tomada de decisão dos gestores dessa parcela”<sup>26</sup>.

O CTM possui três premissas principais: medição, legislação e economia. Porém, um cadastro eficaz deve contemplar, ainda, dados ambientais da região, em estudo e dados sociais das pessoas que o habitam. Alguns exemplos dos diversos cadastros que o CTM pode contemplar são: Cadastros Sensoriais, Cadastro Econômico, Cadastro

---

<sup>25</sup> No Brasil havia uma única empresa que produzia aerogeradores, o que elevou os custos dos componentes e consequentemente da energia eólica.

<sup>26</sup> O autor entende como parcela, um lote, imóvel, propriedade ou fazenda.



Físico, Cadastro Jurídico, Cadastro de Zonas Homogêneas, Cadastro Geoambiental, Cadastro da Rede Viária, Cadastro de Logradouro, Cadastro de Redes de Serviços, Cadastro da Rede Hidrográfica, Cadastro de Equipamentos e Elementos Urbanos e Cadastro Socioeconômico.

Um bom cadastro deve ser aquele que “contribui para a distribuição equitativa das cargas tributárias, promove a segurança da propriedade-raiz e cria bases para o planejamento urbano e rural. Justamente, esta última ideia abriu o caminho para uma nova visão - o Cadastro Técnico Multifinalitário”. (LOCH E ERBA, 2007)

A utilização mais remota do cadastro de que se tem conhecimento, é para fins fiscais, pelos caldeus<sup>27</sup>, há aproximadamente 4000 a.C. “Naqueles registros, as parcelas de terra eram descritas geometricamente, possibilitando o conhecimento da estrutura fundiária para tributação”. (ibidem)

Já a noção de cadastro como instrumento de gestão territorial remonta ao século XIX, nos tempos de Napoleão I. Na tentativa de dominar a Europa, o imperador francês impôs a identificação das terras, feita por meio de uma simples descrição verbal e de um mapa, no qual se detalhava sua localização e suas fronteiras. Napoleão I, ao estruturar o Código Civil Francês, apontava a intenção de colocar o cadastro a serviço do Direito Civil de Propriedade, afirmando que o cadastro parcelário seria o complemento do Código no que diz respeito à posse do solo, sendo necessário que os mapas estivessem exatos e desenvolvidos para fixar limites da propriedade e evitar litígios. (LOCH e ERBA, 2007, p. 15)

Segundo Larsson (1996, p. 16), o desenvolvimento dos sistemas de registros fiscais no continente europeu foi fortemente influenciado pela decisão de Napoleão I de estabelecer um cadastro francês. Neste continente, o termo “cadastre” surgiu com o significado de “uma classificação sistemática e avaliação dos terrenos, sob o controle do governo central por meio de mapas das parcelas, elaborado com base em levantamentos topográficos e fixados de acordo com as parcelas de um registo”. (HENSSEN, 1971 apud LARSSON, 1996, p. 16)

O cadastro nacional francês foi concluído em 1850 e seu modelo se espalhou por vários países da Europa. “Na Alemanha, Holanda e Dinamarca os levantamentos cadastrais foram concluídos pouco depois da precedência francesa”. (LARSSON, 1996, p. 24)

---

<sup>27</sup> A Caldeia era uma região no sul da Mesopotâmia, principalmente na margem oriental do rio Eufrates - atual Iraque.

No Brasil, o ordenamento do território tem uma confusa história de 500 anos. Durante o período colonial, as ações do governo português estiveram relacionadas à preocupação com a exploração do território e estímulo à produção primária. Para tanto, foram estabelecidas Capitanias Hereditárias. Estas unidades eram subdivididas em parcelas denominadas Sesmarias, com seu respectivo título, a Carta de Sesmaria. (LOCH E ERBA, 2007, p. 17).

Durante o Império, a principal preocupação se dava à demarcação e registro de imóveis, fosse ele público ou privado. No entanto, não havia ligação entre registros de imóveis e documentos cartográficos. Isso levou à falta de correlação entre posse efetiva e título de propriedade. (LOCH E ERBA, 2007, p. 18)

Segundo Loch e Erba (2007, p. 9), o cadastro de imóveis, inicialmente, tinha a função apenas de arrecadação de tributos. No entanto, seu potencial vai muito além disso. O cadastro, muito mais do que acumular documentos que garantam direitos sobre a terra, pode ser uma base de dados multifinalitária.

Durante a República, as terras públicas passaram ao domínio dos estados federados, que passaram a legislar sobre estas. Neste período houve a centralização do Cadastro. Na década de 90, dois eventos de impacto mundial valorizaram o conceito de cadastro técnico: a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, em 1992, e a Segunda Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos - HÁBITAT II, que ocorreu na Turquia, em 1996. Os eventos acrescentaram a dimensão ambiental e a social às dimensões econômico-físico-jurídicas do cadastro e propiciaram novos paradigmas.

Segundo Erba (2005), a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento “deixou clara a importância da informação territorial confiável para apoiar os processos de tomada de decisões para a preservação do meio ambiente e promover o desenvolvimento sustentável”. Já a HÁBITAT II reafirmou a “necessidade de administrar corretamente o território e promover a segurança da tenência e acelerar os processos de desenvolvimento”. (ibidem)

O processo evolutivo do cadastro, iniciado no final da Segunda Guerra Mundial, tornou possível a consolidação da nova visão da instituição como um Cadastro Multifinalitário. No Brasil, as pesquisas científicas ligadas à área do Cadastro Técnico surgiram na década de 70, porém, sua evolução foi lenta e sua utilização ainda é escassa, não tendo ainda a importância que merece. Infelizmente, isso demonstra a falta de

planejamento e gestão dos territórios – tanto urbanos quanto rurais, tanto públicos quanto privados – que muitas vezes propicia a má utilização dos recursos naturais existentes no país.

De acordo com Loch (2008), o CTM representa:

(...) um vasto campo de atuação profissional abrangendo desde tecnologias para medições ao nível do imóvel, o mapeamento temático, seja fundiário, uso do solo, geologia, planialtimétrico, solo, rede viária, rede elétrica; a legislação que rege a ocupação territorial e finalmente a economia que se pode extrair da terra.

Levando-se em conta que a gestão de um determinado território exige o conhecimento multidisciplinar do espaço em questão, fica clara a importância de medições confiáveis, compostas pela cartografia, de avaliações socioeconômicas da população, da legislação que rege a ocupação do solo, da viabilidade econômica de projetos adequados àquela área e da maneira pela qual o espaço é ocupado. Desta forma, o Cadastro Técnico, para que exerça realmente um caráter multifinalitário, “deve atender ao maior número de usuários possível, o que exige que se criem produtos complexos, e tecnologias que os tornem acessíveis para qualquer profissional que necessite de informações ao nível de propriedade”. (LOCH, *ibidem*)

Há uma grande discussão sobre a dicotomia existente entre espaço urbano e rural. De acordo com Loch (2002), a diferenciação espacial em termos do binômio urbano-rural foi significativa até o momento em que o processo de urbanização/industrialização funcionou de modo “clássico”, concentrando recursos nos centros urbanos e esvaziando as zonas rurais dos recursos acumulados na época pré-industrial. Após isto, o conceito do rural assumiu uma dimensão regional, porém não identificado como setor de atividade. Entretanto, em muitos países a legislação que rege a ocupação e o tributo da terra é única, tanto para as áreas rurais quanto para as urbanas, bem como o sistema cadastral. (Loch, 1989)

Apesar das discussões sobre esta dicotomia, neste estudo optou-se por fazer a separação entre urbano e rural para ficar mais clara a aplicabilidade do cadastro nas áreas rurais, que é o foco do estudo.

## **2.3.2 O CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO RURAL**

### **2.3.2.1 Definições e Finalidades**

No ano de 1970, no 148º aniversário da Independência do Brasil e 81ª da Proclamação da República, criou-se o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), por meio do Decreto-Lei nº 1.110, sendo uma entidade autárquica vinculada ao Ministério da Agricultura.

Com a criação do INCRA, tornou-se necessária a reestruturação do sistema cadastral do país e, para que isso fosse possível, em 1972 foi sancionada a Lei nº 5.868, que criou o Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR). Esta instituição compreendeu o Cadastro de Imóveis Rurais, Cadastro de Proprietários e Detentores de Imóveis Rurais, Cadastro de Arrendatários e Parceiros Rurais e o Cadastro de Terras Públicas. (LOCH e ERBA, 2007, p. 21)

Até então, o Cadastro Rural era baseado nas declarações pessoais, sem comprovação cartográfica, tanto no que se refere à dimensão, localização, produção agrícola, quanto à distribuição das áreas de uso e valor. Ao prestar estas informações o declarante obtinha o Certificado de Cadastro de Imóvel Rural. Este documento permitia a negociação e sucessão da propriedade, sendo um documento cadastral e não registral.

Com a Lei nº 10.267 (conhecida como Lei de Georreferenciamento de Imóveis Rurais) e o Decreto nº 4.449 de 2001, bem como instruções normativas do INCRA de 2003, buscou-se a criação de base de dados comum a diferentes instituições que tivessem interesses no cadastro.

Esta Lei consiste na obrigatoriedade (nos casos de desmembramento, parcelamento ou remembramento) da descrição do imóvel rural, em seus limites, características e confrontações, por meio de memorial descritivo firmado por profissional habilitado, com a devida Anotação de Responsabilidade Técnica – ART, “contendo as coordenadas dos vértices definidores dos limites dos imóveis rurais, georreferenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro e com precisão posicional a ser fixada pelo INCRA” (art. 176, § 3º, da Lei 10.267/01).

A ideia foi a existência de um código comum, gerado pelo INCRA e remetido aos cartórios. A identificação da área deveria ser realizada por memorial descritivo com base cartográfica. No que se refere ao registro de imóveis, passou a ser responsabilidade do INCRA, comunicar as modificações nas matrículas, fossem estas relacionadas a mudanças de titularidade, divisões, loteamentos, unificações,

retificações, definição de reserva legal ou particular.

O art. 2º, § 2º, da Lei 10.267/01 instituiu o Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR), que determinará um código único que será o mesmo que o INCRA atribui ao imóvel no Certificado de Cadastro do Imóvel Rural (CCIR), permitindo maior confiabilidade das informações e maior facilidade para atualização dos cadastros.

§ 2o Fica criado o Cadastro Nacional de Imóveis Rurais - CNIR, que terá base comum de informações, gerenciada conjuntamente pelo INCRA e pela Secretaria da Receita Federal, produzida e compartilhada pelas diversas instituições públicas federais e estaduais produtoras e usuárias de informações sobre o meio rural brasileiro. (Lei 10.267/01)

Os principais objetivos desta Lei eram:

I) Aumentar a confiabilidade das informações do meio rural, por meio da integração das diversas bases de dados;

II) Dar maior consistência, uniformidade e integridade aos dados de natureza fundiária;

III) Dispor o setor público de um instrumento de apoio eficaz no combate à grilagem de terras;

IV) Potencializar as ações de caráter fiscal, ambiental, de desenvolvimento rural e de reforma agrária. (BRASIL, MDA/INCRA, 2004)

Segundo Loch e Erba (2007, p. 116), “esses documentos estruturaram um marco jurídico que permitirá ao País dar um grande passo para a organização do sistema de publicidade imobiliária sólido, pelo menos na área rural”.

O INCRA representou um avanço no cadastramento dos imóveis rurais brasileiros. No entanto, o estabelecimento de um sistema cadastral sobre a esfera rural recebeu menos atenção. O Brasil ainda carece de uma instituição que tenha esta função, dificultando a aplicação de um cadastro técnico multifinalitário de fato.

Com um arranjo cadastral consistente no país, seria possível obter informações precisas e confiáveis sobre o espaço físico territorial, como localização, tamanho, utilização da terra, situação jurídica da ocupação do solo e condição socioeconômica do ocupante da terra, sendo uma ferramenta essencial para a gestão territorial. Ter estas informações

disponíveis, atualizadas e conectadas é essencial para a tomada de decisão. As constantes alterações na ocupação do espaço territorial tornam cada vez mais importantes a manutenção do cadastro e o planejamento das propriedades rurais com base em dados confiáveis.

O cadastro contém informações sobre as características existentes em cada parcela, permitindo uma análise desta ocupação e de como ela afeta o ambiente. “É com os dados cadastrais que se consegue melhor entender as características do território, permitindo ações seguras na administração (...) e, por conseguinte, respeitar os cidadãos e promover o bem estar dos mesmos”. Somente um cadastro completo, preciso e constantemente atualizado, permite prever as tendências do crescimento da ocupação e intervir para enfatizar estas tendências ou anulá-las. (SILVA E LOCH, 2006)

Neste mesmo sentido, Junqueira e Loch (2008) afirmam que “a falta de informação impede a tomada de decisões eficientes sobre esta realidade. Quando a ocupação do território cresce de forma descontrolada, ela pode gerar prejuízos ambientais, sociais e econômicos”.

No Brasil e em vários países do globo, o CTM passa despercebido, tanto pelo Governo Nacional, Estadual e Municipal, quanto para as empresas privadas. Isso pode ser constatado pela ausência de cadastro e falta de consistência nos dados na maioria dos projetos que envolvem geração de energia a biogás e MDL. Por falta de informação ou de profissionais capacitados, muitas vezes os projetos das empresas acabam sendo inviabilizados e não saindo do papel, sendo que poderiam ser aplicados e se tornar realidade.

Desta maneira, faz-se importante analisar a utilização do CTM nas propriedades rurais, bem como demonstrar a importância do cadastro no auxílio e viabilidade destes projetos, visando a reduzir e controlar os impactos introduzidos por empreendimentos rurais sobre o meio ambiente, incluindo desde a fase de concepção de projeto até a eliminação efetiva dos resíduos gerados pelo empreendimento.

#### 2.3.2.2 Necessidade da Atualização dos Mapas Cadastrais para Gestão Ambiental

Para que se possa pensar em gestão ambiental e ordenamento físico-espacial, é imprescindível pensar em Cadastro Técnico, pois se deve ter o conhecimento prévio do solo disponível, dos recursos naturais existentes, das áreas que podem ser ocupadas, da situação socioeconômica da população e sua distribuição geográfica, dentre

outros aspectos, para que não haja mau uso ou aplicação de técnicas indevidas. O Cadastro é de suma importância para o planejamento de ações que promovam o desenvolvimento social, econômico e ambiental sustentável das áreas rurais.

É preciso conhecer a realidade da ocupação do espaço rural e é essencial acompanhar as alterações neste espaço por meio do monitoramento da área. Os planejadores devem conhecer o comportamento da área e entender quais elementos interferem no desenvolvimento rural. Depois de conhecer esses elementos preliminares, o planejador deve buscar produtos cartográficos que lhe assegurem a espacialização de todos os pontos a serem estudados. Uma das principais ferramentas utilizadas para o monitoramento do espaço rural é a imagem aérea.

Está amplamente demonstrado que as fotografias aéreas convencionais são imprescindíveis para o mapeamento (estrutura fundiária, uso da terra, estradas, geomorfologia, obras de engenharia,...). No entanto, as fotografias aéreas convencionais apresentam o problema de atualização dos dados, considerando o alto custo de cada recobertura aerofotogramétrica, o que prejudica a análise de determinada área em intervalos curtos de tempo. A tecnologia de Sensoriamento Remoto orbital - tendo como principal característica a repetitividade - torna-se uma importante ferramenta para suprir este problema do mapeamento em intervalos curtos de tempo, resolve problema de atualização de cadastro. (LOCH, 1987, p.390)

Loch e Erba (2007) são enfáticos ao afirmar que não se pode fazer deduções quanto ao índice de crescimento de uma área e as sua evolução sem conhecer as séries históricas de imagens aéreas que mostram claramente o que aconteceu e quando aconteceu em cada área.

Os autores explicam que planejar consiste em prever, da maneira mais detalhada possível, as tendências da área em questão e tomar medidas para consolidar ou reverter estas tendências no tempo e no lugar certo. Somente um cadastro atualizado pode trazer os dados que são necessários para definir as metas de planejamento. “Como o CTM detém o registro dos dados que caracterizam desde uma parcela em

particular até uma região em geral, percebe-se como o CTM é importante para a definição das metas de planejamento”.

Para a realização de monitoramento, o primeiro passo é a construção de referencial inquestionável das condições atuais da paisagem. Para tanto, devem ser usadas imagens recentes e em escala adequada. Depois da definição do referencial, pode-se fazer uma análise regressiva com o uso de séries históricas. A quantidade de imagens e o intervalo de tempo entre as imagens dependem do objeto de estudo. Assim, se o objetivo é monitorar mudanças fundiárias, o intervalo de tempo necessário será maior do que se o objetivo for monitorar desmatamentos. Também é possível, a partir do referencial atual, realizar prognoses, ou seja, construção de cenários futuros, indicando o caminho das transformações correntes no uso e ocupação do solo na área pesquisada. (LOCH, 2002)

No monitoramento podem ser utilizadas diversas técnicas. As duas técnicas mais utilizadas são os estudos a campo e o uso de sensores remotos. A vantagem do uso de sensores está relacionada com a rapidez, o baixo custo (quando comparado aos estudos a campo) e a capacidade destes sensores de gerar informações facilmente sistematizadas em banco de dados dinâmico.

Os principais objetivos do monitoramento são:

- a) Identificar as origens e características dos agentes modificadores;
- b) Reconhecer e mapear a expansão das atividades antrópicas;
- c) Estimar a intensidade e a extensão das alterações provocadas pelo homem.

Os dados obtidos por meio de monitoramento podem ser usados para diversos fins, como avaliação, gestão, gerenciamento e manejo do ambiente. Quando usados para avaliação, os dados do monitoramento são capazes de determinar a relação entre vantagens e desvantagens fazendo comparações. Quando usados para gerenciamento, estes dados permitem definir as ações para regular, controlar o uso dos recursos naturais e ocupação do espaço. Se usados para o manejo, os dados de monitoramento podem ajudar a selecionar técnicas de exploração dos recursos naturais, que minimizam impactos, mas garantem viabilidade econômica.

Por fim, é possível utilizar as informações geradas em monitoramentos para a Gestão Ambiental. É importante destacar que a gestão integra política ambiental, planejamento ambiental e



gerenciamento ambiental. Os dados de monitoramento para gestão podem mostrar a articulação de ações para adequar os meios de exploração às especificidades ambientais locais.

Loch e Erba (2007, p. 120), afirmam que a estrutura e atualização das bases cartográficas e cartas temáticas referentes às áreas rurais “podem ser realizadas a partir de levantamentos específicos por técnicas topográficas com apoio de GPS, aerofotografias ou diferentes produtos de Sensoriamento Remoto”. Como o primeiro tem um custo geralmente menor, é o mais utilizado nos projetos de pequena escala.

A quantidade de temas a serem representados na cartografia rural depende muito do projeto que vai ser realizado. Para a gestão ambiental de projetos de geração de energia e MDL na suinocultura, por exemplo, é de suma importância a utilização de mapas temáticos. Os principais mapas que devem ser utilizados são:

a) Mapa de declividade do solo, que fornece “as formas do relevo, contribui com o controle do uso do solo em encostas irregulares e com a avaliação da aptidão do solo nos diferentes tipos de declividade”. (LOCH E ERBA, 2007)

b) Mapa de uso do solo: é um dos mapas mais conhecidos enquanto produto cartográfico, este mapeamento pode ser feito a partir de levantamento de dados de campo, normalmente realizado apenas em pequenas áreas; restituição fotogramétrica, onde se interpretam as fotografias aéreas por meio de processo convencionais; e interpretação de imagens satélites, exigindo-se as devidas correções para que os produtos gráficos tenham a acuidade cartográfica exigida na escala definida no projeto. O mapa de uso do solo está relacionado com a capacidade do solo e fornece os dados das características físicas ocupacionais.

c) Mapa de uso atual do solo: demonstra como a propriedade está utilizando o solo em determinado período. Para a gestão de projetos ambientais é de suma importância, pois permite ao usuário analisar como está sendo utilizada a terra e quais melhorias poderiam ser realizadas para otimizar o uso do espaço;

d) Mapa de capacidade de uso: é gerado a partir do cruzamento do mapa de solo, de uso do solo e de declividade. Loch e Erba (ibidem) afirmam que a capacidade de uso “depende, antes de tudo, do nível de esclarecimento do ocupante da terra, uma vez que ela pode ser sustentável dependendo das técnicas de uso, enquanto que pode ser rapidamente esvaída se for mal usada”.

Para uma boa gestão ambiental estes mapas devem ser constantemente atualizados, permitindo melhor ordenamento físico espacial, um monitoramento mais eficaz e melhor análise sobre a evolução da utilização da área do projeto.

### 3 MÉTODOS E MATERIAIS

---

#### 3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA

A Granja São Roque está localizada em Videira, no oeste de Santa Catarina. O município fica situado no Vale do Rio do Peixe e está localizado a 400km da capital do estado, Florianópolis. Videira possui uma população de aproximadamente 47.000 habitantes, tendo uma área de 377,85 km<sup>2</sup>. (BRASIL, IBGE, 2009)

Ao norte, limita-se com os municípios de Caçador e Arroio Trinta, ao oeste faz fronteira com Iomerê e Pinheiro Preto, ao sul com o município de Tangará e ao leste com os municípios de Fraiburgo e Rio das Antas. Todos esses municípios têm representativa criação de suínos em sua economia.

A Granja São Roque está localizada a 5,42 km do perímetro urbano. O acesso até a propriedade se dá por meio de 1,13 km de rodovia municipal pavimentada e 4,29 km de rodovia municipal principal de estrada com revestimento primário (macadame). A partir da entrada na propriedade o acesso é pela rodovia municipal vicinal, também com revestimento primário.

A propriedade é uma Unidade Produtora de Leitão – UPL, dividida em três unidades, denominados Granja São Roque I, Granja São Roque II e Granja São Roque III. Atualmente, conta com 8.500 matrizes e uma população de 45.500 suínos. A propriedade gera em média 360 m<sup>3</sup> de efluentes por dia, constituídos de fezes, urina e volumes expressivos de água, que é utilizada no manejo de limpeza das instalações.

A Granja São Roque foi construída na década de 70, porém, uma nova gestão passou a ser implantada em 2003, ano em que um projeto de modernização e readequação ambiental começou a ser desenvolvido, tendo como premissa o tratamento ambiental adequado para os dejetos dos suínos, a autossuficiência energética da propriedade, a partir do biogás proveniente da biodigestão anaeróbica dos dejetos dos suínos, e a redução de emissões de gases causadores do efeito estufa.



**Figura 9 - Localização da Granja São Roque (Videira - SC)**

Fonte: Granja São Roque (2011).

A suinocultura é reconhecida tradicionalmente como uma atividade poluidora, já que desde a década de 70 passou a ser desenvolvida em escala industrial, sem apresentar avanços na implantação de sistemas ambientais adequados de seus resíduos. E foi neste cenário que a Granja São Roque foi adquirida, em 2003. A propriedade contava com um elevado passivo ambiental que, por meio de seu projeto, Reestruturação Sustentável, transformou este passivo em fonte de renda: geração de bioenergia e créditos de carbono. O projeto contemplou, inicialmente:

I) Readequações Ambientais: foram realizadas para atender à legislação ambiental vigente, já que no período anterior a propriedade contava com grandes passivos ambientais, tendo diversas instalações dos animais interditadas e, consequentemente, com grande parte de seu patrimônio comprometido. As diversas lagoas que se encontravam poluídas e degradadas foram recuperadas e transformadas em açudes de peixes;

II) Gestão das águas: inicialmente foi necessário realizar um estudo e readequação do uso de toda a água da propriedade, para otimizar sua utilização. Concomitantemente, foi feita a inversão do fluxo de drenagem das instalações que alojam os suínos para evitar a contaminação das águas dos rios e a poluição do meio ambiente. Além disso, a propriedade faz um rígido controle do consumo de água de suas 3 unidades, pelo uso de hidrômetros, que são instalados em todas as tomadas d'água e são controlados por meio de séries históricas;

III) Readequação das Instalações: várias instalações dos animais estavam desativadas por não terem condições físicas e sanitárias adequadas para alojar os leitões. Um trabalho intenso foi realizado para recuperá-las, atendendo às exigências para o bem estar animal, e aumentar a capacidade produtiva da propriedade;

IV) Aumento na Escala de Produção: o plantel de matrizes foi aumentado de 3.400 para 8.500. O número total de animais passou de 20.600 para 45.500;

V) Gestão dos Dejetos dos Suínos: os dejetos passaram a ser vistos como matéria-prima para geração de energia elétrica, créditos de carbono e biofertilizante, possibilitando à propriedade, gerar novas receitas com a conservação do meio ambiente.

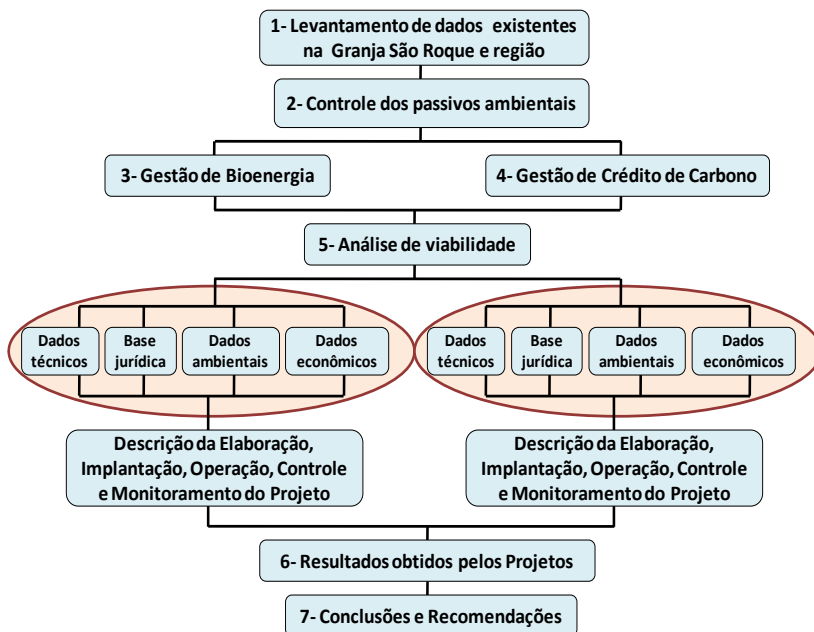
Estas ações foram necessárias para que se pudesse desenvolver, na sequência, os projetos de geração de bioenergia e créditos de carbono. Para o desenvolvimento destes projetos, foi formada uma equipe multidisciplinar composta principalmente por administradores, engenheiros agrônomos, engenheiros agrimensores, engenheiros eletricitas, engenheiros mecânicos, médicos veterinários e advogados, que juntos elaboraram os projetos de que trata esta pesquisa.

### 3.2 MÉTODOS

Como não havia um CTM com as informações necessárias para o desenvolvimento da reestruturação sustentável da Granja São Roque, inicialmente foi necessário realizar uma pesquisa de caráter quantitativo e exploratório, por meio de levantamentos bibliográficos, levantamento de dados e análise de documentos da propriedade – estudo de caso. A pesquisa exploratória estimula o pensar e falar livremente sobre o tema da pesquisa, fazendo emergir aspectos subjetivos e proporcionando um maior conhecimento acerca do assunto. De acordo com Gil (2006), a pesquisa exploratória visa a proporcionar uma visão geral de um determinado fato, do tipo aproximativo, dando um grande subsídio na formulação de problemas e hipóteses mais precisas.

Para que os projetos da propriedade fossem desenvolvidos com eficiência, uma equipe multidisciplinar foi envolvida desde o início, sendo formada por profissionais especializados em cada área do projeto. Para integrar as práticas ao conhecimento acadêmico, foi importante desenvolver esta análise da Granja São Roque dentro de um programa de pós-graduação, demonstrando os resultados da propriedade com rigor científico.

A figura 10 demonstra as principais etapas desta pesquisa: levantamento de dados existentes na Granja São Roque e região onde a propriedade está inserida; descrição das estratégias de controle de passivos ambientais adotadas na propriedade; identificação das etapas necessárias para a produção de bioenergia, abordando a viabilidade, elaboração, implantação, operação, controle e monitoramento do projeto; definição dos procedimentos utilizados para a implantação do projeto de créditos de carbono; resultados dos projetos; conclusões e recomendações para a continuidade da pesquisa.



**Figura 10 - Fluxograma com as principais etapas da pesquisa**

Fonte: Elaborado pela autora.

### **3.2.1 Levantamento de dados existentes na Granja São Roque e região**

Para conhecer melhor a Granja São Roque e a região onde a propriedade está inserida, realizou-se um estudo de caráter quantitativo. Este estudo foi realizado por meio de pesquisa de campo e levantamento de dados e documentos na Granja São Roque e região, quantificando as informações consideradas importantes para a pesquisa e verificando as possibilidades de complementação dos sistemas cadastrais da área.

Inicialmente, fez-se uma pesquisa do histórico e evolução da situação ambiental da Granja São Roque, levando em consideração o período que compreende o início da reestruturação sustentável da propriedade, em 2003, até os resultados atuais. Verificou-se que a reestruturação contemplou basicamente sete etapas: readequações ambientais, gestão das águas, readequação das instalações, aumento na escala de produção, gestão dos dejetos dos suínos, gestão da energia e créditos de carbono e análise da eficiência energética. Durante a análise

destas etapas, ficou definido que o foco da pesquisa seria a gestão da energia e créditos de carbono, por serem projetos inovadores e piloto no estado, apresentando resultados consistentes, e pelo fato de que estes se tornam mais interessantes financeiramente se forem implantados em conjunto.

A partir destas delimitações, buscou-se verificar os dados cadastrais que a propriedade possuía, e levantar a campo os dados que faltavam. Os principais dados obtidos foram relativos à produção, legislação, meio ambiente e economia.

Segundo Lakatos e Marconi (2008, p. 271), “o estudo quantitativo é o que se desenvolve numa situação natural; é rico em dados descritivos, tem um plano aberto e flexível e focaliza a realidade de forma complexa e contextualizada”. Desta maneira, buscou-se quantificar os dados necessários durante o desenvolvimento dos projetos ambientais da Granja São Roque, servindo como ponto de partida para as análises feitas posteriormente. Estes dados serão detalhados no item 3.3 – Materiais.

Os principais instrumentos de coleta de dados na Granja São Roque foram a observação controlada e a observação da propriedade – estudo de caso – registrando os fatos de forma planejada e na medida em que ocorreram.

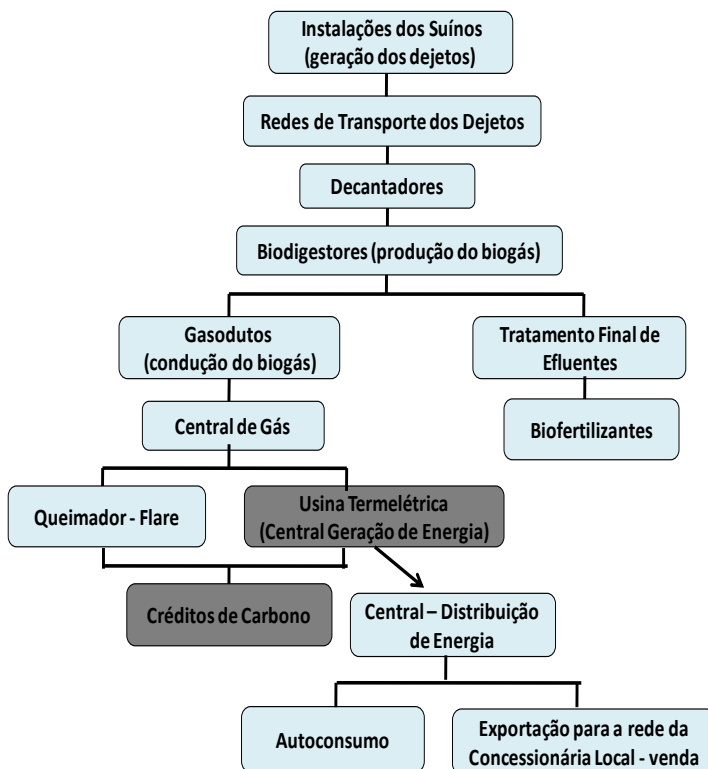
### **3.2.2 Estratégias para o controle de passivos ambientais adotadas**

Em consonância com práticas de sustentabilidade e seguindo critérios de Gestão Ambiental da ISO 14.001, a partir de 2003, a Granja São Roque desenvolveu um Sistema de Tratamento de Dejetos de Suínos (STDS), que teve como principal objetivo o tratamento ambiental adequado dos dejetos gerados na propriedade, a diminuição da incidência de vetores patogênicos, a redução do odor e a melhora da qualidade do efluente final tratado.

A partir do STDS tornou-se possível a geração de eletricidade a partir do biogás advindo da biodigestão anaeróbica dos dejetos, proporcionando a redução das emissões de GEE e contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população existente na região, por meio da diminuição do odor causado pelos dejetos dos suínos com a melhoria na qualidade do ar.

A figura 11 demonstra o funcionamento do sistema ambiental da Granja São Roque, desde o início do tratamento dos dejetos até a geração de bioenergia e créditos de carbono, que serão abordados na sequência.





**Figura 11 - Fluxograma do funcionamento do sistema de tratamento de dejetos dos suínos, da Granja São Roque**

Fonte: Elaborado pela autora.

Após definidas as diretrizes do projeto da Granja São Roque e tendo as devidas aprovações dos órgãos ambientais competentes, foram necessários estudos topográficos da propriedade, para analisar qual seria a melhor localização do sistema de tratamento dos dejetos dos suínos, já que este sistema não existia. Mapas temáticos, como declividade e uso atual do solo, foram elaborados para facilitar a análise da utilização da terra e definir quais áreas ainda poderiam ser aproveitadas no sistema ambiental, otimizando todas as áreas da propriedade.

O levantamento topográfico foi realizado em quatro etapas:

I) Inicialmente foi feito um levantamento de campo, utilizando o equipamento GPS *Pathfinder Pro XR*, com um rastreamento dos pontos de

limite da propriedade;

II) Os dados coletados foram compilados por meio do *software Pathfinder Office*, no qual foi feita a correção diferencial dos pontos coletados com a base fixa da empresa Santiago e Cintra, localizada na cidade de Campos Novos (SC)<sup>28</sup>, empresa que disponibiliza os dados de GPS em seu *site* na internet;

III) Em seguida foi realizado um levantamento altimétrico, com o equipamento Estação Total TC 500, da Leica. A partir do desenvolvimento em campo, foram rastreadas com GPS *Pathfinder Pro XR*, duas estações da poligonal (uma estação ocupada e outra estação de Ré), em que todo o levantamento feito com a estação ficou georreferenciado a esses pontos de coordenadas conhecidas;

IV) Após o processamento dos dados de GPS, todas as informações foram transferidas para o *software Topograph*, que foi utilizado para os cálculos de área, locação das edificações e elaboração de plantas e memoriais.

Por meio do levantamento topográfico constatou-se que a propriedade está na classe de declive B, apresentando de 3 a 8% de declive, e em algumas áreas menores chegando a 12%. Segundo as classes de declividade definidas por Silva (2007), a propriedade é considerada suave ondulada. Este estudo foi importante para alocar adequadamente os sistemas de tratamento dos efluentes, evitando a aquisição de novas terras para a implantação do sistema ambiental.

**Tabela 3 - Classes de declividade do solo**

Classe de declive	Declividade (%)	Descrição
A	0 – 3	Plano
B	3 – 8	Suave ondulado
C	8 – 20	Ondulado
D	20 – 45	Forte ondulado
E	45 – 75	Montanhoso
F	> 75	Escarpado

Fonte: SILVA (2007)

---

<sup>28</sup> O município de Campos Novos está localizado a 65 km de Videira.

Com a definição das áreas onde ficariam os dois sistemas de tratamento dos efluentes, foram construídas lagoas que serviriam para o tratamento, sendo compactadas com argila do tipo vermelha, abundante na propriedade. Uma série de análises de compactação do solo foi realizada por profissionais especializados, garantindo a eficiência e qualidade da impermeabilização.

Posteriormente, foram traçados dutos de PVC, que transportam os dejetos das instalações até o sistema de tratamento, em que um minucioso estudo topográfico foi realizado por uma equipe de engenheiros para determinar a declividade exata em que as tubulações deveriam ser alocadas.

Os dejetos e efluentes são transportados das instalações dos suínos, por meio desses canos de PVC, para dois sistemas completos de tratamento, cada um deles constituído por:

I) Composteira: local onde são depositadas e processadas as matérias orgânicas de animais mortos, descartados, bem como resíduos de partos. Neste material é adicionada maravalha, com o objetivo de diminuir o mau odor e acelerar o processo de compostagem. O resultado é um composto orgânico que pode ser utilizado na agricultura, propiciando melhorias das condições físicas e químicas do solo;

II) Decantador (separador de sólidos): é responsável pela separação dos sólidos dos dejetos suínos que, juntamente com o lodo que se forma no fundo dos biodigestores, são utilizados para produção de fertilizantes orgânicos, de forma seca e estabilizada. Para o desenvolvimento do decantador de baixo custo, utilizou-se o conhecimento científico em consonância com o saber popular, não foram utilizados equipamentos industriais, e sim, tubos perfurados e outros materiais em PVC, com alvenaria;

III) Lagoas anaeróbicas, que foram transformadas em biodigestores, são responsáveis pelo tratamento primário do efluente e foram dimensionadas para receber cargas orgânicas elevadas. Estas lagoas anaeróbicas reduzem e estabilizam a matéria orgânica e recuperam seu substrato, para que este possa ser convertido em biofertilizante e biogás. Cinco biodigestores foram instalados na propriedade para captação do biogás gerado, cuja principal constituição é o gás metano, que é muito favorável para a geração de energia elétrica. Após a instalação dos biodigestores, foram traçados também o percurso dos gasodutos, que centralizam o biogás gerado nas 3 unidades da propriedade até uma central de gás;

IV) Lagoas facultativas: tratamento secundário do efluente, que tem como característica a qualidade ambiental, pois é aeróbica na superfície e anaeróbica no fundo;

V) Lagoa de maturação: tem como finalidade “polir” o efluente tratado, que possui uma grande quantidade de sólidos suspensos;

VI) Banhados construídos: consistem na percolação do efluente tratado em tanques preenchidos com pedra brita, servindo como filtragem final. Para a oxigenação do efluente tratado foram instaladas cascatas em alvenaria após as lagoas anaeróbicas.

Com vistas a tratar adequadamente esses efluentes, a propriedade reviu todos os insumos utilizados no manejo dos suínos, que acabam por influir na composição química dos efluentes. Assim, a utilização de produtos químicos, como detergentes e desinfetantes utilizados para a limpeza das instalações, foi reavaliada para não prejudicar o sistema de tratamento ambiental. Esta ação foi de fundamental importância para adequar os parâmetros de Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) e pH<sup>29</sup>.

Para controlar e monitorar os parâmetros de DQO e DBO, a propriedade realiza trimestralmente análises bioquímicas do sistema de tratamento ambiental, em parceria com uma Universidade da região de Videira.

Vale ressaltar que todo este sistema de tratamento de manejo de dejetos de suínos da propriedade, que visa à transformação dos passivos ambientais que existiam em projetos sustentáveis, está de acordo com as leis ambientais brasileiras.

### **3.2.3 Etapas necessárias para a produção de bioenergia**

No decorrer do desenvolvimento dos projetos de reestruturação sustentável da Granja São Roque, constatou-se que os dejetos dos suínos poderiam, além de ser tratados adequadamente, transformar-se em energia elétrica e servir como fonte de renda aos proprietários. Diante disso, foi elaborado um projeto de geração de bioenergia, que é o primeiro do estado de Santa Catarina no módulo de geração distribuída

---

<sup>29</sup> Sucintamente, a DQO é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização dos efluentes, principalmente quando utilizada conjuntamente com a DBO para observar a biodegradabilidade de despejos. Como na DBO mede-se apenas a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO significa que mais facilmente biodegradável será o efluente.

de energia, que consiste no autoconsumo da energia gerada pela propriedade e, quando há excedente, este é exportado para a rede e vendido para a concessionária local – CELESC. Este projeto tornou a propriedade mais do que autossuficiente em energia elétrica.

Foram feitas análises da viabilidade técnica, ambiental, jurídica e econômica para dar sequência ao projeto, levando em consideração aspectos como quantidade de dejetos gerados, quantidade de energia consumida na propriedade e sistema ambiental resultante da utilização do biogás dos dejetos após o aproveitamento pela geração de energia. Ficou comprovada a viabilidade e a eficácia do projeto em todos os aspectos.

A energia é gerada na propriedade pelo Sistema de Tratamento de Dejetos de Suínos, explicitado anteriormente.

Com o objetivo de capturar o biogás produzido para a posterior geração de energia elétrica, foram instalados cinco biodigestores, cobertos por manta plástica semiflexível, conforme figura 12.



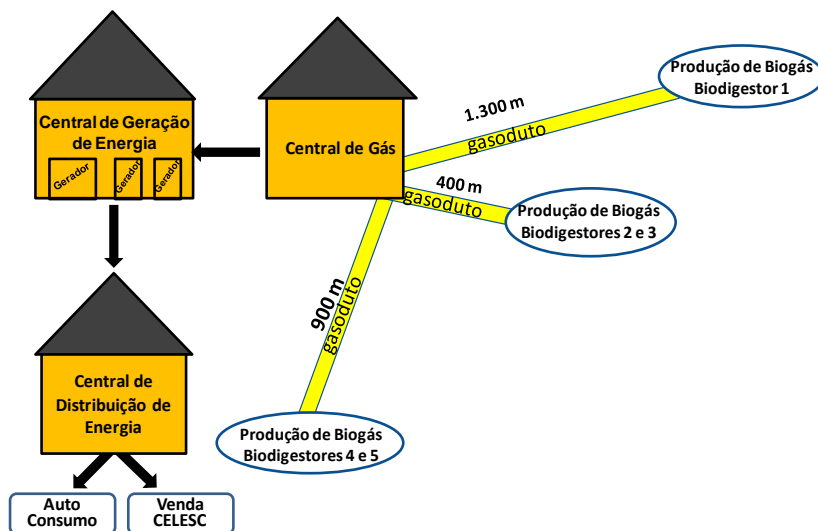
**Figura 12 - Biodigestores, Granja São Roque**

Fonte: Elaborado pela autora.

Com o intuito de aumentar a produção de biogás nos biodigestores e evitar o assoreamento dos biodigestores, foram instalados agitadores, que fazem a recirculação do efluente. Este processo evita que o  $\text{CO}_2$ , produzido na biodigestão, forme bolhas

estacionárias no efluente, aumentando a velocidade do processo por meio da ação das bactérias metanogênicas. O biogás é transportado por gasodutos, dos biodigestores até uma Central de Gás, onde é centralizado o biogás dos cinco biodigestores. No percurso dos gasodutos, foram instalados diversos purgadores, cuja função é retirar o líquido que se condensa ao longo da tubulação, melhorando a qualidade do biogás gerado e impedindo que o líquido chegue aos motogeradores, o que causaria corrosão dos equipamentos.

Com o auxílio de compressores, o biogás é disponibilizado com menor perda de carga para o consumo nos motogeradores, que estão localizados na Central de Geração. Estes equipamentos realizam a transformação do biogás em energia elétrica. A geração de energia elétrica consiste na queima do  $\text{CH}_4$  nos motogeradores, evitando a emissão desse gás para a atmosfera. Para extrair o sulfato de hidrogênio do biogás antes de sua chegada aos motogeradores, utiliza-se um filtro de limalha de ferro. A energia gerada é utilizada, primeiramente, para autoconsumo da propriedade e o excedente é injetado na rede da CELESC.



**Figura 13 - Fluxograma do percurso do Biogás, Granja São Roque**

Fonte: Elaborado pela autora.

Para poder gerar energia elétrica no sistema distribuído, a propriedade deveria ter autorização da ANEEL. Em abril de 2010 a ANEEL concedeu o registro a Granja São Roque, com autorização para gerar até 1 MW de energia, sendo o primeiro registro no estado de Santa Catarina. Em posse do registro, a Granja São Roque se candidatou ao edital da CELESC de compra de energia elétrica de propriedades que utilizam biogás de dejetos de animais, a propriedade foi a vencedora do edital.

Com a assinatura do contrato de compra e venda de bioenergia entre a Granja São Roque e a CELESC, a propriedade teve que seguir os seguintes passos, definidos pela concessionária local, para dar sequência em seu projeto de geração distribuída de energia:

- 1- Consulta de Acesso;
- 2- Resposta à Consulta de Acesso;
- 3- Estudo de Impacto do Ponto de Conexão;
- 4- Solicitação de Acesso;
- 5- Parecer Técnico de Acesso;
- 6- Projeto Básico/Executivo, Estudos Complementares e Solicitação de Inspeção;
- 7- Liberação para Operação em Teste e Operação Comercial.

Durante estas etapas ainda foi necessária a aprovação do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), órgão responsável pela coordenação e controle da operação das instalações de geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN). Também foi necessário a liberação da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) para viabilizar a comercialização de energia elétrica da Granja São Roque no Sistema Interligado Nacional.

Juntamente ao projeto de geração de bioenergia está sendo implantado o projeto de Análise da Eficiência Energética, desenvolvido em parceria com instituições públicas renomadas no país, para verificar as necessidades energéticas da propriedade, o potencial de utilização direta do biogás e um sistema de monitoramento da qualidade e quantidade de biogás gerado nos biodigestores. Este estudo visa a aumentar ainda mais a otimização dos recursos energéticos da propriedade e contribuir com o meio ambiente.

### 3.2.4 Procedimentos utilizados para a geração e comercialização de créditos de carbono

Além de a Granja São Roque apresentar uma alternativa sustentável para suprir sua demanda energética, a propriedade também tem um projeto que contribui para a redução da emissão de gases que provocam o efeito estufa, o que possibilita também a geração de renda por meio da certificação no mercado de créditos de carbono.

Como os suínos são manejados em sistema de confinamento, há uma grande geração de gás metano na propriedade, que tem um alto potencial de aquecimento global. Com o sistema ambiental implantado, há a captação do gás metano nos biodigestores, evitando que o mesmo chegue à atmosfera, consequentemente, reduzindo os impactos das mudanças climáticas.

O projeto de MDL da Granja São Roque começou a ser idealizado juntamente com o projeto de bioenergia. O biogás que não é queimado nos motogeradores e, consequentemente, transformado em energia, é direcionado ao queimador tipo *flare*, com o objetivo de assegurar a completa eliminação do CH<sub>4</sub>. No projeto de MDL da Granja São Roque, a redução das emissões de GEE é conseguida de duas maneiras: por meio da combustão deste gás nos motogeradores para produção de energia elétrica e/ou por meio da queima no *flare* (queima de até 4.500 m<sup>3</sup>/dia), sendo o biogás convertido em CO<sub>2</sub>, evitando assim as emissões de metano, cujo potencial de aquecimento global é 21 vezes superior ao do CO<sub>2</sub>.

O projeto de MDL da Granja São Roque está enquadrado na categoria AMS III.D – Versão 14: “recuperação de metano em sistemas de manejo de dejetos animais”, estabelecida pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC). As emissões da linha de base<sup>30</sup> foram calculadas com o uso da quantidade dos dejetos dos suínos que se decompõem anaerobicamente na ausência da atividade de projeto. As RCE são calculadas pela diferença entre as emissões da linha de base e as emissões verificadas em decorrência das atividades de projeto do MDL, incluindo as fugas. Como não há fugas significativas de biogás nos sistemas de tratamento de dejetos de suínos da Granja São Roque, este item foi considerado nulo no cálculo de redução de emissões (ver tabela 5).

---

<sup>30</sup> O cenário de linha de base é a situação em que, na ausência da atividade do projeto, os dejetos dos suínos estariam expostos no meio ambiente, decompondo-se anaerobicamente dentro do limite do projeto, emitindo metano para a atmosfera.



Além do *flare*, há instrumentos de monitoramento de pressão nos biodigestores, temperatura de queima do biogás no *flare*, medição do biogás, analisador de concentração de metano no biogás e registrador de dados (*data logger*). Estes equipamentos emitem relatórios (planilhas e gráficos) em tempo real, possibilitando a quantificação dos créditos de carbono gerados, e proporciona maior confiabilidade no controle e monitoramento do sistema.

À medida que a população de suínos é reduzida, esses sistemas tornam-se cada vez mais caros e seu custo per capita aumenta. Os custos de operação, manutenção e plano de monitoramento desses sistemas elevam o custo da produção de suínos, não se tornando atrativos quando a produção é realizada em pequena escala. No Brasil não há expectativa de que a legislação ambiental exigirá a implantação de biodigestores, devido ao seu alto investimento, sendo, hoje, os sistemas de tratamentos de dejetos de suínos mais utilizados as lagoas abertas e esterqueiras, por serem sistemas mais baratos e que atendem à legislação ambiental.

Além disso, como o sistema de tratamento ambiental já estava em grande parte concluído, não haveria a necessidade de custos adicionais excessivos para a implantação do projeto de MDL.

### **3.2.5 Análise de Viabilidade Econômica para os Projetos de Bioenergia e Créditos de Carbono**

A análise econômica de projetos geralmente envolve um conjunto de métodos que buscam estabelecer parâmetros de viabilidade. Neste contexto, geralmente são utilizados três principais métodos tradicionais de análise de projetos: o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o *Payback* (PB), que foram utilizados para realizar a análise de viabilidade econômica desta pesquisa.

O VPL informa quanto o projeto está agregando valor para a propriedade. Para orientação de tomada de decisão, o VPL deve ser maior que zero, significando que a propriedade obterá um retorno maior do que seu custo de capital. Segundo Gitman (2002), o VPL é obtido subtraindo-se o investimento inicial ( $I_0$ ) do valor presente das entradas de caixa ( $FC_t$ ), descontada a uma taxa igual ao custo de capital da empresa ( $k$ )<sup>31</sup>, conforme demonstrado no equação 1.

---

<sup>31</sup> No projeto da Granja São Roque a taxa igual ao custo de capital foi de 10%.

Equação 1: Cálculo do VPL

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t} - I_0$$

A taxa interna de retorno (TIR) representa a taxa de desconto que iguala o valor presente das entradas de caixa ao investimento inicial de um projeto, ou seja, a taxa de juros que iguala o valor presente dos fluxos de caixa futuros ao investimento inicial.

Equação 2: Cálculo da TIR.

$$\sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+TIR)^t} - I_0 = 0$$

O *Payback* consiste na determinação do tempo necessário para o que o valor do investimento seja recuperado, ou seja, é o período requerido para receber o capital inicial investido, conforme equação 3. (Neto, 2003)

Equação 3: Cálculo do *Payback*.

$$PB = \frac{\text{Valor do Investimento}}{\text{Valor do Fluxo de Caixa}}$$

Rego (2007) define que, de acordo com a análise do VPL, deve-se concluir:

VPL > 0, projeto aceito.

VPL = 0, indiferente. Analisar para aceitar ou não.

VPL < 0, projeto rejeitado.

### 3.3 MATERIAIS

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa de caráter quantitativo e descritivo da Granja São Roque e região onde a propriedade está inserida, para verificação dos dados cadastrais existentes. O acesso aos dados da propriedade deu-se em função da participação no desenvolvimento dos projetos implantados e demonstrados neste estudo.

Os principais materiais de levantamento e mensuração utilizados foram:

a) Dados produtivos e econômicos da região onde a propriedade está inserida, como o número de suínos presentes na região; representatividade da suinocultura para o estado, região e município; crescimento econômico da atividade e representatividade da suinocultura em âmbito nacional. Levou-se em consideração o período de 2005 a 2011, por ser o período mais recente em que os dados foram coletados e disponibilizados pelas instituições responsáveis. Os dados foram obtidos com instituições renomadas e consistentes, sendo elas EPAGRI, CIDASC, IBGE e INCRA;

b) Base jurídica da Granja São Roque para implantação dos projetos ambientais, como licenças ambientais obtidas desde o início do empreendimento, contratos firmados com empresas prestadoras de serviços para a implantação da readequação ambiental e para os projetos de geração de energia e crédito de carbono, fotos temporais sobre a readequação ambiental realizada na propriedade, relatórios da Concessionária Local (CELESC) sobre as metodologias adotadas pela propriedade para legalização da produção de energia gerada, registro da ANEEL para autorização da geração de energia, contratos de compra e venda de energia entre a propriedade e a concessionária local, liberação da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) para viabilizar a comercialização de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional, Documento de Concepção de Projeto (DCP) referente ao projeto de créditos de carbono e relatórios de validação do projeto de créditos de carbono. Estes dados foram fornecidos pela propriedade e analisados;

c) Dados ambientais da Granja São Roque foram coletados no período de Novembro de 2009 a Abril de 2011, como áreas de reserva legal, áreas de preservação permanente, análises laboratoriais dos efluentes, quantidade de dejetos gerados diariamente, quantidade de biogás gerado e qualidade do biogás.

d) Dados produtivos e econômicos da Granja São Roque foram levantados no período de Novembro de 2009 a Abril de 2011, como os investimentos realizados na propriedade para a implantação dos projetos de geração de energia e créditos de carbono, orçamentos realizados para a aquisição dos equipamentos, receitas previstas para a viabilização dos projetos, linhas de crédito utilizadas para a implantação dos projetos, relatórios comparativos entre o consumo de energia elétrica da

propriedade antes e depois da autogeração de energia elétrica por meio do biogás e quantidade de créditos de carbono gerados.

Além dos dados, foram obtidas reportagens divulgadas em revistas, jornais e televisão e internet, entre os anos de 2009 e 2011, sobre os projetos de geração de energia e créditos de carbono realizados na propriedade.

Foram utilizadas duas dissertações de mestrado relacionadas ao tema da pesquisa, que foram desenvolvidas pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFSC, na área do Cadastro Técnico Multifinalitário:

1- Título: Cadastro Técnico Multifinalitário, uma ferramenta gerencial para a integração de critérios de Gestão Territorial e Gestão Ambiental. O caso da Itaipu Binacional.

Autor: Cícero Jayme Bley Júnior

Orientador: Carlos Loch

Data: Maio de 2006

O objetivo geral deste trabalho foi pesquisar os requisitos estruturais importantes para a integração de multicritérios de gestão ambiental, territorial e socioeconômica, articulados matricialmente sobre um CTM para gerir bacias hidrográficas. Para isso, o autor teve dois objetivos específicos: comparar o modelo de gestão ambiental atual do Setor Elétrico com o Programa Cultivando Água Boa da Itaipu Binacional, de maneira a evidenciar como o último pode contribuir para a melhoria da gestão ambiental do Setor Elétrico; e apresentar um estudo de caso sobre a aplicação do Programa Cultivando Água Boa na microbacia hidrográfica do Córrego Ajuricaba, Marechal Cândido Rondon/PR.

2- Título: Cadastro Técnico Multifinalitário aplicado à Geração Distribuída de Energia a partir de Biomassa Residual de Suinocultura

Autora: Leidiane Mariani

Orientador: Carlos Loch

Data: Setembro de 2008

O objetivo desta dissertação foi demonstrar a aplicabilidade do CTM na determinação do arranjo espacial em uma bacia hidrográfica da geração distribuída de energia a partir de um conjunto de propriedades rurais com suinocultura. A autora fez um diagnóstico da suinocultura no estado do Paraná e utilizou programas desenvolvidos pela Itaipu

Binacional para redução dos impactos ambientais que a atividade ocasiona na região.

Com os materiais utilizados foi possível analisar com maior detalhamento os projetos que estão sendo desenvolvidos na área da suinocultura e o que está sendo feito para amenizar seus passivos ambientais.



## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

---

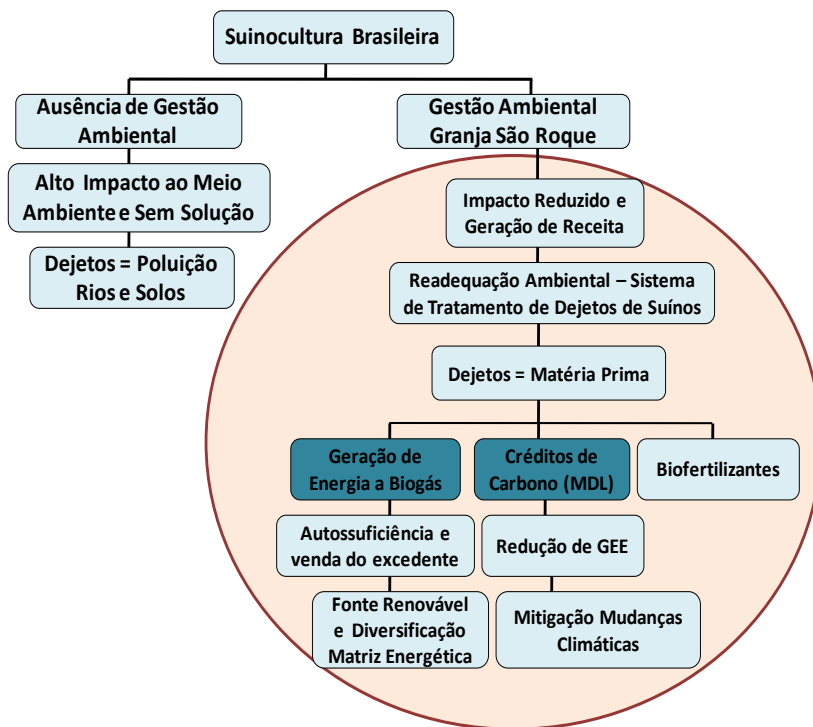
### **4.1 GESTÃO AMBIENTAL DA GRANJA SÃO ROQUE – DO PASSIVO À SUSTENTABILIDADE**

A Granja São Roque, a partir de 2003, iniciou seu projeto de reestruturação sustentável, visando à readequação ambiental de toda a propriedade e apresentando uma possível mudança de paradigma na produção de suínos, que é uma atividade tradicionalmente conhecida pelo potencial poluidor, por produzir grandes quantidades de resíduos com altas cargas de nutrientes, matéria orgânica, sedimentos, patógenos, metais pesados, entre outros compostos.

Esta reestruturação foi possível por meio de seus projetos de readequação ambiental, gestão das águas, readequações das instalações para aumento na escala de produção e gestão dos dejetos dos suínos. A propriedade conseguiu, por meio de seu Sistema de Tratamento de Dejetos de Suínos, reduzir os impactos gerados pela alta produção de dejetos e transformá-los em receita aos proprietários, com a geração de bioenergia, comercialização de créditos de carbono e biofertilizantes.

Na ausência de uma gestão ambiental eficaz, esta mesma atividade (suinocultura) acarretaria altos impactos ambientais, devido à grande geração de dejetos, e os mesmos seriam apenas considerados passivos ambientais, aumentando ainda mais as críticas quanto ao seu alto potencial de poluir o meio ambiente.

A figura 14 demonstra este cenário e a mudança de paradigma que a Granja São Roque está proporcionando à suinocultura.



**Figura 14 - Cenários ambientais de desenvolvimento da suinocultura**

Fonte: Elaborado pela autora.

A reestruturação ambiental realizada na Granja São Roque apresenta um significado amplo, pois engloba tanto Política Ambiental, quando Planejamento e Gestão Ambiental, sendo um conjunto de ações destinadas a regular o uso, controle, proteção e conservação do meio ambiente.

Com a formação de uma equipe multidisciplinar para o desenvolvimento dos projetos da Granja São Roque, formada por profissionais especializados em cada área do projeto, foi possível otimizar os recursos naturais existentes na propriedade para a implantação dos projetos. Afinal, a reestruturação sustentável deve contemplar, além dos aspectos ambientais, os aspectos econômicos. Sem viabilidade econômica não há a conclusão destes projetos.

Um exemplo foi a utilização da argila vermelha para compactação das lagoas. Como a propriedade possui solo argiloso, que

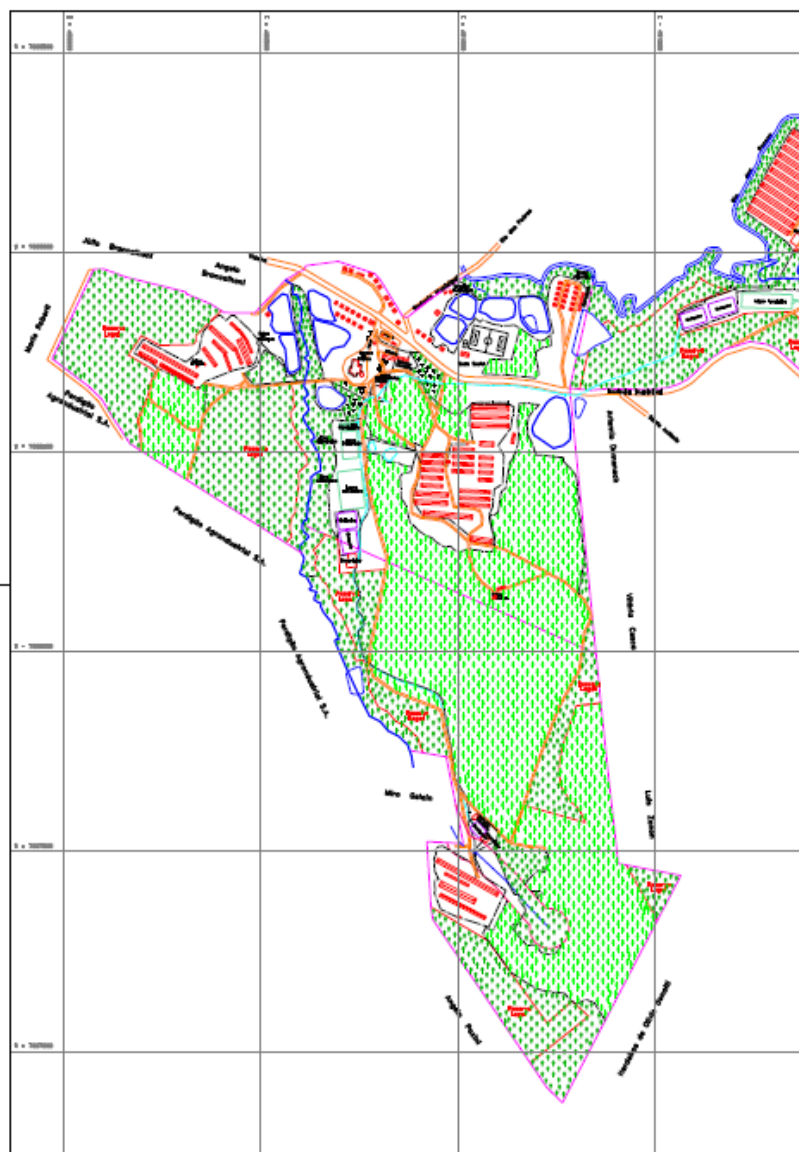


apresenta consistência fina e é impermeável, foi possível a sua utilização no sistema de tratamento ambiental, reduzindo custos de implantação e sendo mais eficiente que o revestimento com mantas plásticas.

O levantamento topográfico concluiu que a declividade deveria ser constante e não superior a 1%, para que tanto a parte líquida dos dejetos quanto a parte sólida chegassem ao sistema de tratamento por declividade. Ficou estabelecida a declividade de 0,7% como ponto ótimo. Isso diminuiu os custos do processo e garantiu sua eficiência. Postos de visita foram instalados ao longo das tubulações para garantir o monitoramento ambiental.

A figura 14 representa o uso atual do solo da Granja São Roque. Este mapa, na escala 1:5.000, fornece condições para avaliar o uso adequado da terra, analisando o tipo do solo e sua aptidão às normas de preservação e de meio ambiente.

Segundo Loch e Erba (2007), alguns autores utilizam o termo “Uso da Terra” quando se referem à atividades desenvolvidas em áreas rurais e o termo “Uso do Solo” quando se referem à atividades urbanas.



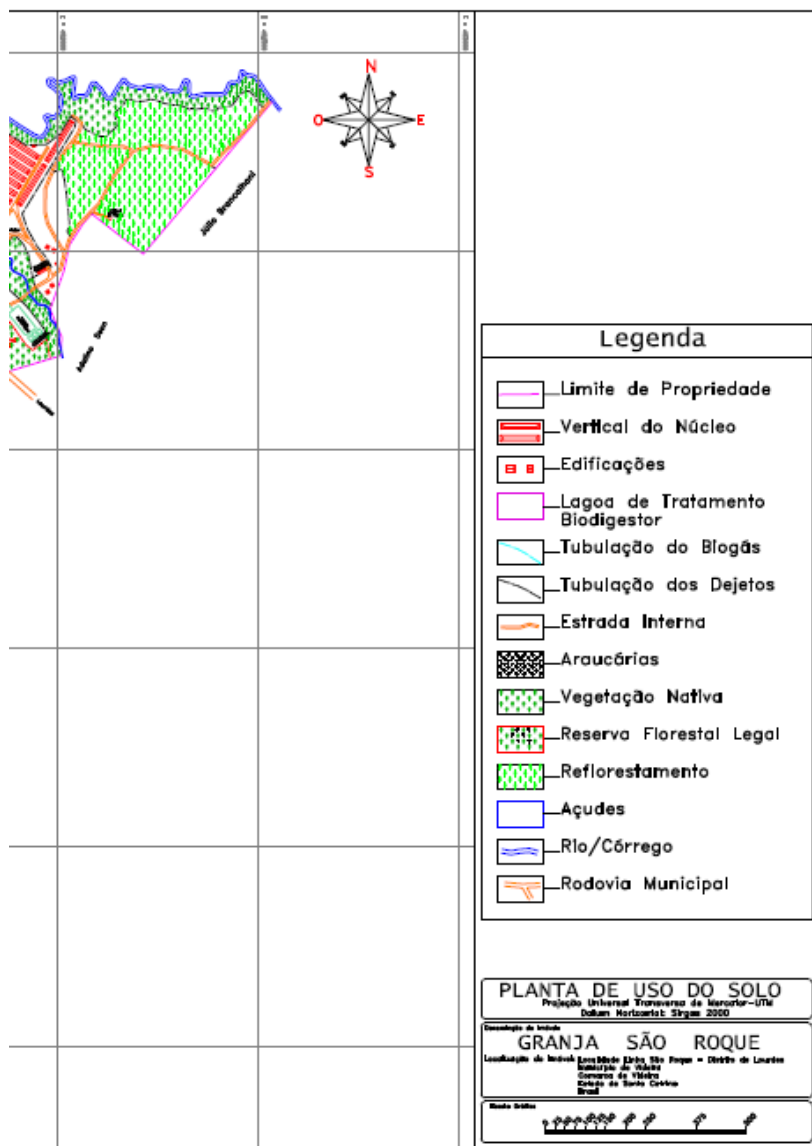


Figura 15 - Mapa de uso atual do solo, Granja São Roque

A propriedade possui 35,98 ha de Reserva Legal, totalmente averbada, o que representa 20% de sua área total, conforme determinação da Lei 7.803, de 18 de julho de 1989, que define que:

Art. 16, § 2º A reserva legal, assim entendida a área de, no mínimo, 20% (vinte por cento) de cada propriedade, onde não é permitido o corte raso, deverá ser averbada à margem da inscrição de matrícula do imóvel, no registro de imóveis competente, sendo vedada, a alteração de sua destinação, nos casos de transmissão, a qualquer título, ou de desmembramento da área.

A propriedade possui Áreas de Preservação Permanente (APP) por recursos hídricos, respeitando o art. 2º da Lei 7.803/89, segundo o qual se deve considerar “área de preservação permanente” as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será:

1 - de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura.

Como os cursos d'água que fazem divisa com a propriedade são de até 5 metros de largura, a propriedade mantém APP de 30 metros.

Há 5 lagoas de tratamento dos dejetos dos animais, que foram transformadas em biodigestores, georreferenciadas de acordo com a tabela 4, seguindo as normas do seu projeto de MDL.

**Tabela 4- Georreferenciamento das lagoas de tratamento da Granja São Roque**

<b>Granja</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>
<b>Granja São Roque 1</b>		
Lagoa 1	-27°02'49,986084"	-51°05'34,916134"
Lagoa 2	-27°02'48,214719"	-51°05'35,172288"
<b>Granja São Roque 2</b>		
Lagoa 1	-27°02'31,480623"	-51°05'03,267945"
Lagoa 2	-27°02'30,787814"	-51°05'00,529315"
<b>Granja São Roque 3</b>		
Lagoa 1	-27°03'13,613701"	-51°05'22,985973"

Fonte: DCP, Granja São Roque (2010)

Como a propriedade atua na suinocultura, por questões de biossegurança, não é possível praticar a criação de outros animais, levando a propriedade a utilizar suas áreas agricultáveis com reflorestamento de pinus (16,47 ha) e eucalipto (47,03 ha).

As áreas que antigamente estavam degradadas foram readequadas ambientalmente e transformadas em açudes de peixes. Atualmente há 11 açudes na propriedade, que também conta com abundância de nascentes de água, propiciando a atividade de piscicultura.

Há 3 poços artesianos na propriedade, que abastecem as instalações dos suínos e as 48 residências dos colaboradores da propriedade (98% dos colaboradores residem na propriedade).

A Granja São Roque está cadastrada no INCRA e, de acordo com as definições estabelecidas pelo Estatuto da Terra (Lei nº 4.504, de 30 de Novembro de 1964) é considerada uma média propriedade produtiva. Com uma área total de 179,2 hectares, a propriedade foi dividida em 5 matrículas, para melhor organização e para facilitar o acesso a linhas de crédito. O Estatuto considera:

a. Imóvel rural: é o prédio rústico de área contínua, formado de uma ou mais parcelas de terra, pertencentes a um mesmo proprietário, que seja ou possa ser utilizado em exploração agrícola, pecuária, extrativa vegetal ou agro-industrial, independentemente de sua localização;

b. Módulo fiscal: unidade de medida expressa em hectares, fixada para cada município, que leva em conta fatores como: o tipo de exploração predominante no município, a renda obtida com a exploração predominante, outras explorações no município, que, embora não predominantes, sejam significativas em função da renda e da área utilizada, e o conceito de propriedade familiar. A Granja São Roque é composta por 9,95 módulos fiscais, considerando que o módulo fiscal do município de Videira é 18 ha;

c. Área explorável: área com culturas permanentes, reflorestadas com essências nativas, culturas temporárias, horticultura, extração vegetal, pastagens naturais, pastagens plantadas, pastoreio temporário, exploração granjeira ou aquícola e aproveitável, mas não utilizada. A área explorável da Granja é de aproximadamente 4 ha (demonstrada na figura 14);

d. Área explorada: área com culturas permanentes reflorestadas com essências nativas, culturas temporárias, horticultura, extração vegetal, pastagens naturais, pastagens plantadas, pastoreio temporário,

exploração granjeira ou aquícola, do total de imóveis cadastrados;

e. Áreas das propriedades produtivas: áreas dos imóveis que atingem 80% de Grau da utilização da Terra;

f. Superfície territorial: área total do Brasil, expressa em km<sup>2</sup>, definida nos termos da Resolução/ IBGE nº 46, de 12 de setembro de 1994;

g. Estabelecimento Agropecuário: terreno de área contínua, independente do tamanho ou situação (urbana ou rural), formado de uma ou mais parcelas, subordinado a um único produtor, onde se processe algum tipo de exploração agropecuária tal como cultivo do solo com culturas permanentes ou temporárias (inclusive hortaliças e flores), criação, recriação, ou engorda de animais de grandes e médios portes, criação de pequenos animais, silvicultura ou o reflorestamento e a extração de produtos vegetais (excluem-se da investigação os quintais de residência e hortas domésticas);

h. Pequena propriedade: imóvel rural de área compreendida entre 1 e 4 módulos fiscais;

i. Média propriedade: imóvel rural de área superior a 4 e até 15 módulos fiscais, é onde a Granja São Roque está classificada;

j. Grande propriedade: imóvel rural de área superior a 15 módulos fiscais;

k. Área cadastrada: somatório das áreas de todos os imóveis rurais cadastrados no INCRA.

A Granja São Roque está concluindo sua certificação de propriedade rural junto ao INCRA, de acordo com Lei 10.267/01 e Decreto 4.449/02, seguindo a Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais revisada em Fevereiro de 2010. Será a primeira propriedade certificada do município de Videira e teve três fases para sua implantação:

I) Inicialmente realizou-se um levantamento de campo que incluiu a implantação de uma base na propriedade, que serviu de referência para o levantamento e processamento dos pontos de limites de propriedade. Cada vértice de limite de propriedade foi materializado com um marco de concreto de forma tronco piramidal, com uma chapa de metal constando o código do vértice e do profissional credenciado junto ao INCRA;

II) Cada vértice foi rastreado com GPS geodésico de alta precisão (um par de HIPPER+ e um par de GR3, ambos da marca TOPCON). A base na propriedade foi ajustada em um sistema de rede com bases da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC), disponíveis no site do IBGE. Este ajuste e todos os procedimentos de processamento foram realizados pelo *software TOPCONTOOLS*, que gera relatórios técnicos de processamento e relatórios de coordenadas;

III) Os relatórios gerados foram importados para o *software Topograph*, responsável pela confecção do desenho da área da propriedade, cálculo de áreas e distâncias e memoriais descritivos. Conforme a Norma Técnica de Georreferenciamento de Fevereiro de 2010, o *datum* geodésico utilizado nos procedimentos foi o SIRGAS-2000.

A propriedade teve que realizar uma série de mudanças para que sua atividade e seus projetos de reestruturação sustentável se adequassem ambientalmente e seguissem as leis ambientais vigentes. A Política Nacional do Meio Ambiente foi instituída por meio da Lei Federal nº 6.938/81, estabelecendo mecanismos de proteção, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, visando a assegurar o desenvolvimento com respeito à natureza. Seiffert (2007, p. 148), afirma que:

O licenciamento é um desses mecanismos que atuam como interface entre o empreendedor, cuja atividade pode vir a comprometer a qualidade ambiental, e o Poder Público, a fim de assegurar a conformidade do empreendimento com os objetivos dispostos na política ambiental brasileira.

Seguindo este preceito, a partir de Junho de 2004, a propriedade executou seu Plano de Controle Ambiental (PCA), seguindo a Resolução nº 357 de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que estabelece padrões de lançamento de efluentes nos corpos d'água. O PCA apresentou todos os impactos previstos para a fase de implantação das obras dos projetos de gestão das águas e manejo dos dejetos dos suínos, bem como as respectivas medidas mitigadoras e de controle. Os registros foram feitos por meio de fotos, relatórios, fichas de registros, notas fiscais e documentos. O PCA foi apresentado para o pedido da Licença Ambiental de Instalação (LAI).

Em 18 de junho do mesmo ano foi obtida a Licença Ambiental de Instalação (LAI), válida por 12 meses. Com as conclusões das adequações, o órgão ambiental estadual (Fundação do Meio Ambiente – FATMA) retornou ao local para nova vistoria, a fim de constatar se as adequações foram realizadas de acordo com o projeto apresentado e licenciado, principalmente no tocante ao atendimento das condições e restrições ambientais. “Se estiver em desacordo, a obra pode ser embargada. Se estiver tudo certo, a FATMA expede a Licença Ambiental de Operação, e somente então os projetos podem começar a funcionar”. (SANTA CATARINA, FATMA, 2010)

Em 10 de março de 2005 a FATMA emitiu a Licença Ambiental de Operação, válida por 36 meses, e em 10 de junho de 2008, a LAO foi renovada para mais 4 anos.

Com a propriedade readequada ambientalmente, a Granja São Roque ofereceu possibilidade para que houvesse maior conscientização ambiental por parte de seus colaboradores e comunidades vizinhas, demonstrando que a suinocultura pode ser desenvolvida com bases sustentáveis. A seguir serão demonstradas as atuações da Granja na área social, assim como outros projetos desenvolvidos na propriedade.

## 4.2 ÁREA SOCIAL E OUTROS PROJETOS DESENVOLVIDOS PELA GRANJA SÃO ROQUE

Além dos projetos de readequações ambientais abordados anteriormente, que são o foco deste estudo, a Granja São Roque possui outras atuações, dentre elas projetos de conscientização ambiental para seus colaboradores e familiares (já que todos residem na propriedade) e para a comunidade local. As principais formas de atingir este objetivo foram com a criação de:

a) Creche Escola: criada em parceria com a Prefeitura Municipal de Videira, abriga cerca de 25 crianças com idade de 2 a 6 anos. Isso permite que as mães possam trabalhar na Granja São Roque sem preocupação com a educação e alimentação de seus filhos, pois eles passam o dia em companhia de professoras e profissionais da área da educação, garantindo um crescimento saudável e seguro. Com esta estrutura, as mães podem aumentar sua autoestima e colaborar com a receita familiar;

b) Com a parceria entre a Granja São Roque e escolas locais, a propriedade estimula os colaboradores que não tiveram a oportunidade



de estudar, a voltar à escola em busca de conhecimento. Para isso, propicia toda a estrutura necessária aos estudantes, como transporte, apoio financeiro e aulas práticas na propriedade;

c) Programa Menor Aprendiz: a Granja São Roque conta com 5% de seu quadro de colaboradores preenchidos por jovens aprendizes. Estes adolescentes são incentivados a frequentar cursos técnicos, recebendo incentivo financeiro para isto. Com este programa, é possível melhorar as perspectivas dos jovens sobre seu futuro profissional e preparar melhor os futuros técnicos da Granja São Roque;

d) Clube de Mães: foi criado pela Lei Municipal nº 1.853/07, sendo declarado como sociedade civil, sem fins lucrativos, de utilidade pública. O Clube de Mães foi fundado para que as mães pudessem desenvolver suas atividades em prol da comunidade local, com a realização de eventos culturais e beneficentes, integração com as comunidades vizinhas, realização de palestras e treinamentos sobre assuntos diversos, dentre outras atuações. Diversas pessoas já foram beneficiadas com as atividades do Clube;

e) Aulas de Capoeira: como a propriedade fica localizada a 5 km da área urbana, dificultando a prática de esportes para alguns colaboradores que não possuem veículo, a Granja São Roque fornece aulas de capoeira todos os finais de semana, sendo ministradas por um de seus colaboradores. Além de ser uma atividade benéfica para a saúde, proporciona entretenimento e lazer.

Além dos projetos sociais, a Granja São Roque possui outras atuações, como:

I) Fábrica de Rações: produz 100% das rações consumidas pelos suínos da propriedade. Há um rigoroso controle de qualidade dos insumos que são utilizados para a produção das rações, para garantir que os animais recebam uma ração de excelência. A capacidade de produção da fábrica é de 15 toneladas/hora e sua estrutura foi concluída em 2009;

II) Reflorestamento: as áreas agricultáveis presentes na propriedade foram utilizadas para plantação e reflorestamento de pinus e eucaliptos, auxiliando na purificação do ar e ocupando a terra de forma sustentável. Atualmente, 35% da propriedade é ocupada pelo reflorestamento;

III) Piscicultura: as áreas que antigamente eram degradadas foram readequadas ambientalmente e transformadas em açudes com peixes. Há

11 açudes na propriedade e diversas espécies de peixes foram alojadas. Periodicamente são realizadas despescas, em que os colaboradores e suas famílias participam e vivenciam um exemplo de recuperação ambiental;

IV) Produção de Biofertilizantes: está sendo desenvolvido um projeto para aproveitamento dos resíduos sólidos dos suínos e lodo formado nos biodigestores, para produção de biofertilizantes. Estima-se que a propriedade gere em torno de 100 toneladas por mês de resíduos sólidos, o que produziria cerca de 30 toneladas de biofertilizantes todo mês, com 30% de umidade. Este projeto está sendo desenvolvido em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Suínos e Aves) e seguirá os padrões de produção exigidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

#### 4.3 PROJETO DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DO BIOGÁS DOS DEJETOS DOS SUÍNOS

##### 4.3.1 Dados Técnicos e Operacionais

Atualmente estão instalados na Granja São Roque três motogeradores, sendo dois com capacidade de 100 kVA (65 kWh) cada e um motogerador com capacidade de 330 kVA (200 kWh)<sup>32</sup>. A potência ativa instalada é de 424 kW<sup>33</sup>, sendo que está prevista a instalação de mais duas unidades geradoras, ampliando esta capacidade para 1.000 kW, que é a capacidade máxima concebida pela ANEEL à propriedade.

A Granja São Roque está gerando cerca de 2.000 m<sup>3</sup> de biogás por dia, com concentração média de 66% de metano. Esta produção resulta na geração média de 138.000 kWh de energia por mês, dos quais 52,2% são consumidos pela propriedade (energia evitada) e 47,8% estão sendo vendidos para a concessionária local, no módulo de geração distribuída de energia. Segundo análise realizada pela CELESC, cada casa popular consome em média 150 kW/mês. Portanto, a produção de energia elétrica na Granja São Roque é capaz de abastecer cerca de 920

---

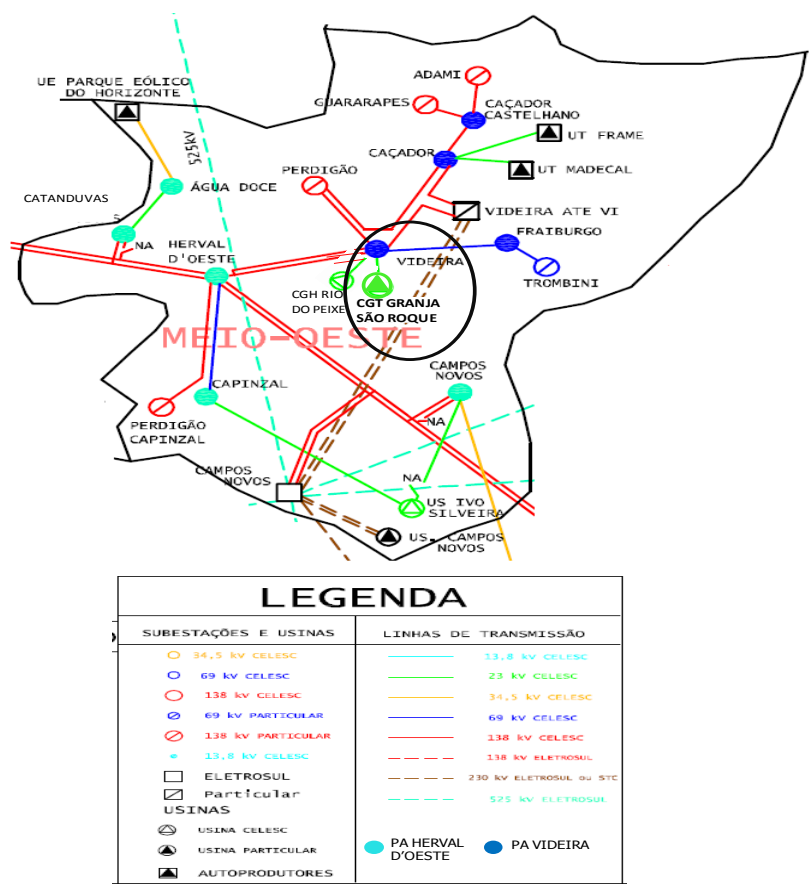
<sup>32</sup> Este motogerador possui um diferencial em sua fabricação, pois foi desenvolvido especificamente para gerar energia com biogás. No Brasil, foi instalado pela primeira vez na Granja São Roque. Os outros motores existentes no mercado são motores a diesel, adaptados para operarem com biogás.

<sup>33</sup> A potência instalada representa 80% da capacidade dos geradores, que é 530 kVA.

casas populares todo mês, demonstrando a importância do projeto na substituição de fontes não renováveis de energia.

Cada motogerador conta com um painel de controle e proteção do conjunto motogerador. Para garantir um controle em tempo real das operações, foi instalado um painel de medição da geração e do consumo de energia. Além da maior eficácia dos resultados, este sistema proporciona à CCEE e CELESC o monitoramento integral da energia produzida na propriedade, via acesso remoto. Além disso, um sistema de medição de faturamento foi instalado pela propriedade, fornecendo dados consistentes sobre o consumo interno e a venda do excedente para a concessionária local. Os relatórios são atualizados diariamente por um colaborador que dedica exclusivamente seu tempo a esta atividade.

A figura 16 mostra o estudo realizado pela CELESC, em 2010, situando a “Central Geradora Termelétrica Granja São Roque” dentre as outras subestações e usinas localizadas no Meio Oeste do estado. O projeto da propriedade é o único do estado na geração de energia a biogás, sendo considerada uma usina particular que está autorizada a se conectar com as linhas de transmissão da CELESC, a uma tensão de 23kV. A CGT está ligada ao Posto de Atendimento (PA) de Videira, estando localizada nas coordenadas geográficas: latitude sul de 27°02’37’’ S e longitude oeste 51°05’32’’ O.



**Figura 16 - Mapa eletrogeográfico da região de Meio Oeste do estado de SC**

Fonte: CELESC, 2011.

Cabe destacar que, para que todo o processo de geração de energia da Granja São Roque atinja o resultado desejado, os procedimentos operacionais devem estar em constante aprimoramento, visando a adequar ambientalmente todos os setores da produção de suínos, desde o manejo inicial dos dejetos suínos até a geração de energia elétrica por meio do biogás.

Este tipo de geração de energia que está sendo desenvolvido na Granja São Roque – geração distribuída – propõe um novo olhar sobre o

modelo do sistema elétrico, que apresenta várias vantagens em relação ao modo de gerar convencional, como: viabiliza a eficiência energética regional a partir da sua renovabilidade; viabiliza o emprego das fontes renováveis e limpas disponíveis em abundância no Brasil; viabiliza unidades geradoras de pequeno porte; fornece energia adequada ao tipo de consumo; produz amplos efeitos econômicos locais e regionais (aumento de emprego, treinamento e capacitação, desenvolvimento de tecnologias, dentre outros).

#### **4.3.2 Base Jurídica**

O projeto de geração de bioeletricidade da Granja São Roque, desde sua concepção, foi desenvolvido atendendo às normas e regulamentações existentes e foi acompanhado pela concessionária local (CELESC), pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE).

A partir de 2008, a propriedade, que já estava ambientalmente adequada, passou a focar os projetos de geração de bioeletricidade e créditos de carbono. Para dar início à geração de energia elétrica, a propriedade seguiu à risca os procedimentos da CELESC, que contemplam 7 etapas:

1- Consulta de Acesso: a propriedade oficializou, junto a Agência Regional da CELESC, a Consulta de Acesso, com o objetivo de obter informações que lhe permitiram avaliar a viabilidade econômica de seu projeto e realizar os estudos relacionados ao acesso. O documento foi elaborado conforme a Instrução Normativa I-432.0003 da CELESC, que define os requisitos gerais para conexão de autoprodutor e produtor independente de energia à rede da CELESC;

2- Resposta à Consulta de Acesso: a CELESC agendou uma reunião com a propriedade para confirmar informações sobre o acesso pretendido. Após isso, a CELESC enviou uma Carta com todas as informações preliminares de acesso, solicitando que a propriedade realizasse o Estudo Elétrico de Conexão da Usina;

3- Estudo de Impacto do Ponto de Conexão: a CELESC disponibilizou todos os dados de sua rede relacionados ao ponto de conexão para que a propriedade pudesse realizar o Estudo Elétrico de Conexão da Usina, que é de responsabilidade do acessante. Após aprovado, a CELESC deu um Parecer de Aprovação;

4- Solicitação de Acesso: a Granja São Roque solicitou a consolidação do ponto de conexão, garantindo a prioridade de atendimento e capacidade de potência no sistema de distribuição da CELESC. Esta solicitação foi elaborada conforme a Instrução Normativa I-432.0003;

5- Parecer Técnico de Acesso: a CELESC, após analisar a Solicitação de Acesso, emitiu o Parecer Técnico de Acesso (PTA) à Granja São Roque, documento onde são informadas as condições de acesso e os requisitos técnicos para que a propriedade pudesse se conectar ao sistema de distribuição (Média e Alta tensão).

O Contrato de Uso do Sistema de Distribuição (CUSD) e o Contrato de Conexão ao Sistema de Distribuição (CCSD) foram assinados em Dezembro de 2010;

6- Projeto Básico/Executivo, Estudos Complementares, Solicitação de Inspeção e outras responsabilidades: foram concluídos em Março de 2011;

7- Liberação para Operação em Teste e Operação Comercial: esta etapa está relacionada com a resolução nº 433 da ANEEL. A Granja São Roque, no papel de acessante, comunicou à CELESC o término da obra, para que fosse realizada a inspeção, que é feita baseada nos projetos e no Parecer Técnico de Acesso. A CELESC emitiu uma Declaração de Aprovação para início de testes com seus técnicos e com a CCEE.

Para poder ser elegível a gerar energia elétrica no sistema distribuído e passar por todas as etapas citadas explicitadas anteriormente, em 2010 a propriedade solicitou autorização à ANEEL. Em Abril do mesmo ano, a ANEEL emitiu a autorização e registro para a propriedade poder vender o excedente de energia elétrica para a CELESC, sendo o primeiro registro no estado. A autorização é para a propriedade gerar até 1 megawatt.

Em Maio de 2010 a CELESC realizou um edital de compra de energia elétrica de propriedades que utilizam biogás oriundo de dejetos de animais, esgoto sanitário e resíduos sólidos urbanos. A Granja São Roque, representada por seus proprietários, foi a única que atendeu a todas as exigências e foi contemplada.

No mês seguinte ocorreu a assinatura do Contrato de Compra e Venda de Energia Elétrica (CCVEE) entre a propriedade e a CELESC.

A partir de então, uma série de testes começaram a ser realizados na propriedade. Como é um projeto piloto, muitos procedimentos operacionais eram desconhecidos no quesito geração de energia a partir

do biogás. Foi necessária a readequação de alguns processos e equipamentos para atender aos padrões exigidos pela concessionária local, já que a energia gerada na propriedade deve ter a mesma qualidade, frequência, potência e tensão daquela gerada pelas usinas da CELESC.

Em Fevereiro de 2011 o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), órgão responsável pela coordenação e controle da operação das instalações de geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN), aprovou o projeto de conexão da rede elétrica da propriedade com a rede da CELESC.

A partir de 1 de Junho de 2011, a propriedade começou a efetivamente gerar energia no sistema distribuído, vendendo o excedente para a CELESC.

Durante todas estas etapas, pode-se perceber que, para chegar aos resultados atuais, a propriedade teve um longo processo para ser autorizada a gerar energia elétrica no módulo de geração distribuída.

## 4.4 PROJETO DE CRÉDITOS DE CARBONO

### 4.4.1 Dados Técnicos e Operacionais

Além de a Granja São Roque apresentar uma alternativa sustentável para suprir sua demanda energética e gerar renda com a venda da energia excedente, o projeto contribui para a redução na emissão de gases que provocam o efeito estufa, o que possibilita também a geração de renda por meio da comercialização de créditos de carbono.

A proposta da atividade de projeto voluntária da propriedade, além dos efeitos positivos no meio ambiente local, terá uma redução das emissões de gases de efeito estufa, em 9.154,04 tCO<sub>2</sub>e/ano, conforme tabela 5.

**Tabela 5 - Quantidade de RCE estimadas, Granja São Roque**

Ano	Estimativa anual de reduções de emissões devido a atividade de projeto (tCO <sub>2</sub> e)	Estimativa anual de reduções de emissões na linha de base (tCO <sub>2</sub> e)	Estimativa anual de reduções de emissões de fugas (tCO <sub>2</sub> e)	Estimativa anual de reduções de emissões (tCO <sub>2</sub> e)
(01 de Março – 31 de Dezembro) 2010	2.397,71	10.026,07	0	7.628,36
2011	2.877,25	12.031,29	0	9.154,04
2012	2.877,25	12.031,29	0	9.154,04
2013	2.877,25	12.031,29	0	9.154,04
2014	2.877,25	12.031,29	0	9.154,04
2015	2.877,25	12.031,29	0	9.154,04
2016	2.877,25	12.031,29	0	9.154,04
2017	2.877,25	12.031,29	0	9.154,04
2018	2.877,25	12.031,29	0	9.154,04
2019	2.877,25	12.031,29	0	9.154,04
(01 de Janeiro - 28 de fevereiro) 2020	479,54	2.005,22	0	1.525,68
Total de reduções de emissões estimadas (toneladas de CO <sub>2</sub> e)	28.772,50	120.312,90	0	91.540,40
Número total de anos de créditos	10 anos			
Média anual durante o período de créditos de reduções de emissões estimadas (toneladas de CO <sub>2</sub> e)	2.877,25	12.031,29	0	9.154,04

Fonte: DCP Granja São Roque, 2010

O projeto está qualificado como um projeto de pequena escala de acordo com as metodologias do IPCC, já que as reduções estimadas de emissões não ultrapassam 60.000 t CO<sub>2</sub>e/ano.

A redução das emissões de GEE, principalmente gás metano (CH<sub>4</sub>), é obtida por meio da combustão deste gás no motogerador para a produção de energia, e quando houver excedente é queimado no *flare* (queimador), convertendo o biogás em CO<sub>2</sub> e outros gases, cujo potencial de aquecimento global é 21 vezes menor do que o gás metano. Portanto, o CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e) do metano é igual a 21, e uma tonelada de metano reduzida corresponde a 21 créditos de carbono. Para gerar créditos de carbono, o *flare* deverá atingir uma temperatura de no mínimo 500 °C.

Realizou-se um estudo sobre a estimativa de redução de emissões de GEE da Granja São Roque, constatando que a quantidade de metano produzida varia de acordo com a temperatura ambiente, temperatura da lagoa e residência de dejetos sólidos no sistema de tratamento



ambiental. A produção do metano geralmente aumenta com a elevação da temperatura e o tempo de residência dos dejetos.

O projeto de MDL da propriedade já passou pela fase de elaboração do Documento de Concepção do Projeto (DCP), que está publicado no site da ONU (UNFCCC)<sup>34</sup>. O DCP contemplou basicamente: descrição geral da atividade de projeto, partes envolvidas no projeto, aplicação da linha de base e metodologia de monitoramento, duração da atividade de projeto e período de crédito, impactos ambientais causados pela atividade da proponente e as melhorias que ocorrerão por meio do desenvolvimento do projeto da Granja São Roque (ver fig. 4).

A propriedade já recebeu a visita da Entidade Operacional Designada (EOD), que realiza duas funções básicas: validação e subsequente pedido de registro do projeto. É um procedimento de auditoria pelo qual a EOD verifica se o empreendimento cumpre todas as regras nacionais e internacionais aplicáveis. Os principais pontos elencados pela EOD foram:

- 1) O projeto do MDL é voluntário e foi aprovado pelo país onde serão implantadas as atividades do projeto;
- 2) A atividade de projeto da Granja São Roque atende aos critérios de elegibilidade;
- 3) Redução adicional nas emissões de GEE;
- 4) Realização de uma análise de impacto ambiental de acordo com a legislação ambiental nacional;
- 5) Definição do período de obtenção dos créditos, que é de dez anos.

Atualmente o empreendimento está na fase de Validação e já recebeu propostas de países Europeus para comercialização dos créditos, porém, a Granja São Roque está aguardando para realizar a comercialização logo que as RCE estiverem aprovadas. A comercialização pode se dar em qualquer momento do projeto de MDL, ou seja, desde sua elaboração até a efetiva emissão das RCE. A compra e venda antecipada dos créditos de carbono não é considerada ilegal, porém, quando as RCE são comercializadas no início do projeto seu

---

34 Sigla de *United Nations Framework Convention on Climate Change*, traduzindo, Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima.

O link para acessar o DCP da Granja São Roque é: <http://cdm.unfccc.int/Projects/Validation/DB/3KSYW8H LGU2OLO8X8GWLPMI2L FIDOF/view.html>

valor comercial é menor. Isto se dá em razão do risco que o comprador corre caso a atividade do projeto de MDL não seja aprovada, acarretando, consequentemente, a não emissão do crédito de carbono. O projeto de MDL da Granja São Roque será apresentado na próxima reunião do MCT.

#### **4.4.2 Base Jurídica**

Todas as readequações ambientais realizadas pela propriedade são exigidas também para o desenvolvimento do projeto de MDL.

O Documento de Concepção do Projeto da Granja São Roque, contendo as premissas e o descritivo do projeto de créditos de carbono, foi elaborado em 2009. O DCP foi apresentado a diversas partes afetadas e envolvidas na atividade de projeto, respeitando à Resolução nº 1, de 11 de setembro de 2003, aprovada pela Lei Administrativa no. 863, de 27 de Novembro de 2003, e publicado no Diário Oficial da República Federativa do Brasil em 2 de Dezembro de 2003. As partes envolvidas foram:

- a) Prefeitura Municipal de Videira;
- b) Câmara Municipal de Vereadores de Videira;
- c) Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente;
- d) Secretária Estadual de Meio Ambiente – FATMA;
- e) CELESC;
- f) Fórum Brasileiro de ONGs e Movimentos Sociais para o Meio Ambiente e Desenvolvimento;
- g) Associação Cultural Comunitária Amigos de Videira;
- h) Ministério Público.

Como não houve comentários ou críticas contra a implantação do projeto, o DCP foi enviado para a UNFCCC (Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima) em Janeiro de 2010. O documento teve o período de 1 mês (de Janeiro a Fevereiro de 2010) para receber comentários e críticas de todos os países do globo, nenhuma crítica foi feita.

De acordo com o Anexo 7 da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, resolução de nº 7, de 05 de março de 2008, com vistas a obter a aprovação das atividades de projeto no âmbito do

Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, foram convidadas mais 2 entidades para comentar o projeto:

- a) Associação Comercial, Industrial e Agrícola de Videira - ACIAV;
- b) Ministério Público do Estado de Santa Catarina.

Ambas as entidades emitiram parecer favorável ao desenvolvimento do projeto de MDL na Granja São Roque. O projeto da propriedade recebeu a primeira visita da Entidade Operacional Designada e está aguardando o relatório de validação, para dar sequência ao registro e à comercialização dos créditos.

Cumprindo as etapas restantes para emissão das RCE, a propriedade venderá seus créditos a uma empresa compradora, assinando o Contrato de Compra e Venda de Crédito de Carbono (ERPA).

#### 4.5 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DOS PROJETOS DE BIOENERGIA E CRÉDITOS DE CARBONO

O projeto da Granja São Roque foi inicialmente baseado na necessidade do tratamento adequado dos dejetos dos 45.500 suínos que existem na propriedade, cuja geração diária é de grande representatividade, cerca de 360.270 litros de dejetos, conforme tabela 6.

**Tabela 6 - Número de suínos por categoria e quantidade de dejetos gerados na Granja São Roque**

<b>Categoria de Animal</b>	<b>Número Implantado</b>	<b>Dejetos (litros/dia/animal)</b>	<b>Dejetos Plantel (litros/dia)</b>
Machos	27	10	270
Marrãs	950	8	7.600
Matrizes	10.200	30	306.000
Leitões	10.400	1	10.400
Leitões em Creche	24.000	2	36.000
<b>TOTAL</b>	<b>45.577</b>		<b>360.270</b>

Fonte: DCP Granja São Roque (2010)

Por meio da análise econômica realizada no início dos projetos ambientais, verificou-se que os sistemas de tratamento de dejetos de suínos por meio de biodigestores anaeróbios são projetados para tratar os dejetos de um número expressivo de animais. Desta maneira, concluiu-se que o número de animais da Granja São Roque era suficiente para que a implantação do projeto de MDL gerasse a quantidade necessária de biogás para se tornar viável.

Frente a esse cenário, constatou-se a necessidade de investir na readequação ambiental de toda a propriedade, conforme especificado no subcapítulo 4.3. Os principais projetos que englobaram esta readequação foram:

- I) Readequações ambientais;
- II) Gestão das águas;
- III) Readequação das instalações;
- IV) Aumento na escala de produção;
- V) Gestão dos dejetos dos suínos;
- VI) Gestão da energia e créditos de carbono.

Por meio destes projetos, a propriedade investiu um total de R\$ 3.069.202,42, utilizando recursos próprios e financiamento de instituições públicas e privadas.

Com relação ao projeto de gestão dos dejetos dos suínos, que é o foco deste estudo, a propriedade constatou que, para ter uma viabilidade maior seria mais interessante realizar, concomitantemente, dois projetos: a geração de energia elétrica e a geração de créditos de carbono. Para que ambos os projetos fossem realizados, a propriedade investiu R\$ 1.869.202,43, dos quais 68% foram destinados ao projeto de geração de energia elétrica (R\$ 1.268.992,16) e 32% para créditos de carbono (R\$ 593.210,26).

A tabela 7 apresenta os valores investidos e as receitas advindas dos dois projetos. Foram consideradas receitas com energia elétrica para autoconsumo<sup>35</sup>, energia elétrica vendida para a concessionária local (CELESC)<sup>36</sup> e créditos de carbono (RCE).

---

<sup>35</sup> Para cálculo da energia gerada para autoconsumo foi considerado uma média de 77.420 kWh por mês, o que corresponde a aproximadamente R\$ 16.000,00 de economia mensal.

<sup>36</sup> Para cálculo da energia vendida para a CELESC foi considerada uma estimativa de receita de R\$ 10.000,00/mês.

**Tabela 7 - Investimentos realizados nos projetos de bioenergia e créditos de carbono**

INVESTIMENTOS	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Valor Total Investimento
Lagoas	250.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	250.000,00
Decantadores	173.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	173.000,00
Redes Dejetos	30.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30.000,00
Biodigestores	521.740,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	521.740,00
Gasodutos e Sistema Centrais (Energia / Gás)	27.792,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27.792,00
Geradores	94.488,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	94.488,12
Projetos	440.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	440.000,00
Cercas	77.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	77.000,00
	15.606,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15.606,00
Medidor de Energia	0,00	0,00	15.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15.000,00
Medidor de fluxo Gás /Flare	0,00	0,00	72.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	72.000,00
Analizador CH4	0,00	0,00	13.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13.000,00
Manutenção do Sistema	0,00	30.000,00	30.000,00	30.000,00	30.000,00	30.000,00	30.000,00	30.000,00	30.000,00	30.000,00	30.000,00	300.000,00
Outros	15.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15.000,00
<b>Total</b>	<b>1.762.202,43</b>	<b>30.000,00</b>	<b>130.000,00</b>	<b>30.000,00</b>	<b>30.000,00</b>	<b>30.000,00</b>	<b>30.000,00</b>	<b>30.000,00</b>	<b>30.000,00</b>	<b>30.000,00</b>	<b>30.000,00</b>	<b>2.162.202,43</b>
RECEITAS	2009 (Set a Dez)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Valor Total Receitas
Energia Elétrica Auto Consumo	39.783,00	180.000,00	180.000,00	180.000,00	180.000,00	180.000,00	180.000,00	180.000,00	180.000,00	180.000,00	180.000,00	1.839.783,00
Energia Elétrica Vendida	0,00	0,00	60.000,00	120.000,00	120.000,00	120.000,00	120.000,00	120.000,00	120.000,00	120.000,00	120.000,00	1.020.000,00
PCEs	0,00	0,00	141.017,99	297.506,30	297.506,30	297.506,30	297.506,30	297.506,30	297.506,30	297.506,30	297.506,30	2.521.068,39
<b>Total</b>	<b>39.783,00</b>	<b>180.000,00</b>	<b>381.017,99</b>	<b>597.506,30</b>	<b>597.506,30</b>	<b>597.506,30</b>	<b>597.506,30</b>	<b>597.506,30</b>	<b>597.506,30</b>	<b>597.506,30</b>	<b>597.506,30</b>	<b>5.380.851,39</b>
<b>Fluxo de Caixa</b>	<b>-1.722.419,43</b>	<b>150.000,00</b>	<b>251.017,99</b>	<b>567.506,30</b>	<b>567.506,30</b>	<b>567.506,30</b>	<b>567.506,30</b>	<b>567.506,30</b>	<b>567.506,30</b>	<b>567.506,30</b>	<b>567.506,30</b>	<b>3.218.648,96</b>

Fonte: Elaborado pela autora

A propriedade gera energia elétrica para autoconsumo desde Setembro de 2009, o que representou uma economia mensal de aproximadamente R\$ 16.000,00. A partir de Junho de 2011, a rede elétrica da propriedade foi conectada à rede da CELESC, começando a comercializar o excedente de energia gerada e tendo uma perspectiva de receita de R\$ 25.000,00, sendo que 52,2% é energia evitada e 47,8% venda do excedente para a concessionária. Este valor é calculado considerando que a concessionária utiliza o Valor Anual de Referência (VR) estabelecido pela ANEEL<sup>37</sup> para pagamento da energia gerada, o que corresponde a R\$ 127,55/MWh (base agosto de 2009).

Vale a pena ressaltar que o autoconsumo de energia elétrica é muito mais rentável que a venda do excedente, já que no autoconsumo há uma economia de aproximadamente R\$ 0,28 kWh e a energia excedente é comercializada a R\$ 0,13 kWh.

Com relação aos créditos de carbono, prevê-se que dentro de alguns meses o retorno financeiro seja de R\$ 23.503,00 por mês, correspondente a 763 créditos mensais. No caso dos projetos de geração de energia e créditos de carbono da Granja São Roque, o VPL foi de R\$ 1.021.408,49, sendo considerado um projeto recomendável.

Com relação à taxa interna de retorno, um projeto é considerado aceitável quando esta taxa é maior do que o retorno exigido. Em outras palavras, quando a TIR for maior do que o custo do capital, significa que o projeto está agregando valor, portanto, se aceita o projeto. Nos projetos da Granja São Roque, a TIR é de 21%, sendo considerado um projeto aceitável.

**Tabela 8- Análise econômica dos projetos de geração de bioenergia e créditos de carbono**

<b>VPL</b>	<b>R\$ 1.021.408,49</b>
<b>TIR</b>	<b>21%</b>
<b>PAYBACK- Anos</b>	<b>4</b>
<b>PAYBACK - Meses</b>	<b>4</b>
<b>Taxa de atratividade</b>	<b>10%</b>

Fonte: Elaborado pela autora

<sup>37</sup> O VR foi definido pelo Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004 e alterações promovidas pelo Decreto nº 5.911, de 27 de setembro de 2006, com o objetivo de limitar o repasse às tarifas finais das distribuidoras das despesas com a aquisição de energia contratada dos empreendimentos de geração distribuída ou adquirida nos leilões de ajuste. (CCEE, 2011)

Segundo Filho et Al (2007), o critério de decisão para analisar se o PB do empreendimento é recomendável ou não, depende da vida economicamente útil do ativo sob análise. O PB dos projetos da Granja São Roque é de 4 anos e 4 meses, sendo um tempo aceitável, considerando que a vida útil dos ativos é de aproximadamente 10 anos.

Por outro lado, se considerarmos a implantação dos projetos de geração de energia e créditos de carbono separadamente, pode-se verificar que ambos seriam viáveis, porém, como estes projetos são inovadores, não seria possível, no início dos projetos, garantir o retorno financeiro do investimento.

Considerando apenas o projeto de geração de energia para autoconsumo, verifica-se que o VPL seria negativo e a TIR seria menor do que a taxa de atratividade. O PB seria de 7 anos e 5 meses, não sendo atrativo.

**Tabela 9 - Análise econômica considerando apenas o projeto de geração de bioenergia para autoconsumo**

<b>VPL</b>	<b>(R\$ 193.411,17)</b>
<b>TIR</b>	<b>6%</b>
<b>PAYBACK- Anos</b>	<b>7</b>
<b>PAYBACK- Meses</b>	<b>5</b>
<b>Taxa de atratividade</b>	<b>10%</b>

Fonte: Elaborado pela autora

Considerando o projeto de geração de energia para autoconsumo e venda do excedente à CELESC, o projeto se torna mais atrativo, com um VPL positivo, porém, com PB de quase 5 anos, sendo considerado um período longo para.

**Tabela 10 - Análise econômica considerando o projeto de geração de bioenergia para autoconsumo e venda do excedente à CELESC**

<b>VPL</b>	<b>R\$ 332.652,80</b>
<b>TIR</b>	<b>16%</b>
<b>PAYBACK- Anos</b>	<b>4</b>
<b>PAYBACK- Meses</b>	<b>11</b>
<b>Taxa de atratividade</b>	<b>10%</b>

Fonte: Elaborado pela autora

Analisando o projeto de créditos de carbono isoladamente, verificou-se que o VLP é positivo, porém a TIR está abaixo do esperado para um investimento de tamanha magnitude e o PB é de 5 anos e 8 meses.

**Tabela 11- Análise econômica considerando apenas o projeto de créditos de carbono**

<b>VPL</b>	R\$ 191.643,80
<b>TIR</b>	13%
<b>PAYBACK- Anos</b>	5
<b>PAYBACK- Meses</b>	8
<b>Taxa de atratividade</b>	10%

Fonte: Elaborado pela autora

Com as análises apresentadas, conclui-se que os projetos de geração de energia e créditos de carbono se viabilizam e se tornam mais atrativos quando desenvolvidos concomitantemente. Por ambos serem projetos inovadores, apresentam certo grau de risco, que deve ser compensado por resultados favoráveis dentro do menor período de tempo possível.

Vale destacar que os resultados que estão sendo obtidos na Granja São Roque servem de referência e estímulo para diversas propriedades que atuam na suinocultura e apresentam um alto grau de replicabilidade para outros setores.



## 5 CONCLUSÕES

---

O Brasil é reconhecido mundialmente como o um potencial produtor de biocombustíveis, pelo fato de ter excepcionais condições de solo e clima, uma biodiversidade incomparável e vasta extensão territorial. Estas características lhe permitem desenvolver a agricultura e pecuária de forma eficaz, consequentemente, produzindo uma quantidade expressiva de resíduos derivados de animais, principalmente da suinocultura, que podem ser utilizados como fontes renováveis de energia.

A geração de bioenergia a partir do biogás surgiu como alternativa energética benéfica ao meio ambiente, substituindo fontes fósseis pelas renováveis. Concomitantemente, contribui para a redução do aquecimento global e cria novas fontes de receita para as propriedades rurais, por meio da autogeração de energia, geração distribuída de energia e comercialização de créditos de carbono.

Por ser uma atividade reconhecida tradicionalmente como poluidora, a suinocultura precisa mudar este paradigma e apresentar avanços na implantação de sistemas ambientais adequados para seus resíduos. Este foi o objetivo principal que levou a Granja São Roque a adotar projetos que aliassem a criação de suínos à conservação do meio ambiente, como os projetos de bioenergia a partir dos dejetos dos suínos e créditos de carbono.

Por meio do seu Sistema de Tratamento de Dejetos de Suínos, a propriedade tornou-se mais que autossuficiente em energia elétrica, obteve considerável redução de emissões de gases do efeito estufa e aumentou a conscientização ambiental de seus colaboradores e comunidade local. A energia elétrica produzida na propriedade é utilizada para autoconsumo e seu excedente está sendo vendido para a concessionária local, sendo projeto piloto no estado de Santa Catarina no quesito geração distribuída de energia.

Com estes projetos desenvolvidos pela propriedade, foi possível obter melhorias significativas na área ambiental, tornando a propriedade adequada de acordo com as leis vigentes. As principais melhorias e benefícios sociais e ambientais relevantes foram:

- a) Diminuição do risco de contaminação do lençol freático devido ao manejo adequado dos dejetos dos suínos;

- b) Mitigação de emissão de GEE e diminuição dos odores provocados pelos gases dos dejetos dos animais;
- c) Redução de vetores patogênicos ligados a dejetos suínos;
- d) Conscientização ambiental para seus colaboradores e comunidades vizinhas;
- e) Geração de emprego durante e posteriormente à atividade de projeto;
- f) Capacitação profissional (treinamento) dos funcionários;
- g) Desenvolvimento tecnológico na região e parceria com diversas instituições de ensino, empresas nacionais e multinacionais;
- h) Incentivo financeiro, gerando remuneração para a população local e regional direta e/ou indiretamente.

A partir da implantação dos projetos de bioenergia e créditos de carbono, um cadastro consistente foi formado na Granja São Roque, com informações completas sobre medição, legislação e economia da propriedade. Certamente se houvesse um CTM consistente com dados da região e da propriedade, muitas etapas poderiam ter sido concluídas com mais rapidez e menos custo no decorrer da implantação dos projetos da Granja São Roque, como levantamentos topográficos, geração de mapas temáticos e mensuração de quantidade de dejetos gerados. No decorrer da pesquisa foi possível perceber que o cadastro é um instrumento fundamental para ordenamento do espaço territorial, uma de suas principais características é proporcionar o acompanhamento e controle temporal das atividades num determinado espaço. Isto permite fazer frequentes comparações entre as situações ambientais passadas, as previstas em um plano de ação para melhoria contínua e as futuras, após o plano implantado.

A presente dissertação constatou que é possível desenvolver uma suinocultura com bases sustentáveis, a partir de uma gestão ambiental eficaz. A viabilidade ambiental, técnica, jurídica e econômica dos projetos de bioenergia e créditos de carbono, a partir dos dejetos dos suínos, restou definitivamente comprovada, podendo ser referência para diversas propriedades suícolas e replicada em outros setores empresariais. Sendo assim, é possível equilibrar a manutenção de uma atividade econômica crescente, como é a suinocultura, com a mitigação das mudanças climáticas e equilíbrio do meio ambiente.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Os projetos ambientais da Granja São Roque estão sendo desenvolvidos com forte sinergia com outros projetos de grande magnitude, como é o caso do Condomínio de Agroenergia para Agricultura Familiar da Bacia do Rio Ajuricaba, que está sendo implantado pela Plataforma Itaipu de Energias Renováveis. O condomínio está localizado no município de Marechal Cândido Rondon/PR e visa a tratar adequadamente os dejetos dos animais presentes nas propriedades rurais e transformá-los em receita aos produtores.

A Bacia do Rio Ajuricaba faz parte da Bacia do Paraná 3, que abastece diretamente o lago de Itaipu, influenciando na qualidade da água de alguns dos braços do lago. Na região há uma grande concentração de produção agropecuária, principalmente suinocultura e bovinocultura leiteira, o que resulta na geração de uma grande quantidade de dejetos que, se não tratados adequadamente, acabam por poluir a bacia. Com o objetivo de realizar o tratamento ambiental destes dejetos, o Condomínio de Agroenergia começou a ser desenvolvido, visando à geração de energia a partir da biomassa residual gerada por esses animais e créditos de carbono. O Condomínio está em fase de implantação e conta com a participação de 41 propriedades da linha Ajuricaba.

Os projetos da Granja São Roque e do Condomínio Ajuricaba estão sendo utilizados pelo Governo Federal, no Programa Agricultura de Baixo Carbono, como unidades de demonstração da viabilidade técnica e econômica. Isto demonstra o alto grau de comprometimento dos dois projetos para a concretização de uma mudança de paradigma sem precedentes, servindo como referência a diversas outras propriedades e podendo ser replicada como um modelo de Gestão Territorial no Brasil.

O país precisa de projetos consistentes que estimulem a necessidade de criação de um CTM eficiente por parte do poder público. Se o governo tivesse as informações em forma de um CTM, certamente seria beneficiado na arrecadação de impostos mais correta. Além disso, os dados das propriedades não constariam apenas nas declarações, e sim, na composição de um efetivo cadastro.



## REFERÊNCIAS

---

ASSAF NETO, Alexandre. **Finanças Corporativas e Valor**. São Paulo: Atlas, 2003.

BLEY, Cícero Jaime; LIBÂNIO, José Carlos; GALINKIN, Maurício; OLIVEIRA, Mauro Márcio. **Agroenergia da Biomassa Residual: perspectivas energéticas, socioeconômicas e ambientais**. Foz do Iguaçu/Brasília: Technopolitik Editora, 2009.

BRASIL - BNDES. **Programa de Modernização da Agricultura e Conservação de Recursos Naturais – MODERAGRO**. Disponível em: [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Apoio\\_Financeiro/Programas\\_e\\_Fundos/moderagro.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Programas_e_Fundos/moderagro.html). Acesso em 10/03/2011.

BRASIL - BNDES. **Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura – Programa ABC**. Disponível em: [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Apoio\\_Financeiro/Programas\\_e\\_Fundos/abc.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Programas_e_Fundos/abc.html). Acesso em 03/03/2011

BRASIL - BNDES. **Pronaf Eco**. Disponível em: [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Apoio\\_Financeiro/Programas\\_e\\_Fundos/pronaf\\_eco.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Programas_e_Fundos/pronaf_eco.html). Acesso em 10/03/2011.

BRASIL. Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. **Valor Anual de Referência (VR)**. Disponível em: <http://www.ccee.org.br/cceeinterdsm/v/index.jsp?vgnextoid=268da5c1de88a010VgnVCM100000aa01a8c0RCRD>. Acesso em 20/02/2011.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de Março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, Senado, 2008.

BRASIL. **Decreto nº 5.025, de 30 de Março de 2004**. Regulamenta o inciso I e os §§ 1º, 2º, 3º, 4º e 5º do art. 3º da Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, no que dispõem sobre o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, primeira etapa, e dá outras providências.

BRASIL. **Decreto nº 7.390, de 9 de Dezembro de 2010**. Regulamenta os arts. 6º, 11 e 12 da Lei no 12.187, de 29 de Dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências.

BRASIL. **Diretrizes de Política de Agroenergia**. Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/docs/diretrizes03.pdf> Acesso em 10/01/2011.

BRASIL. EMBRAPA Suínos e Aves. **História da Embrapa Suínos e Aves**. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/?ids=&idn=850>. Acesso em 01 de Maio de 2011.

BRASIL. **Fundo Clima aplicará recursos de R\$ 238 milhões em 2011**. Disponível em <http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2011/02/10/fundo-clima-aplicara-recursos-de-r-238-milhoes-em-2011>

BRASIL. IBGE. **Dados Videira-SC**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=421930#>. Acesso em 15/01/2011

BRASIL. INCRA. **Atlas da Questão Agrária Brasileira: mapa da produção de suínos**. Disponível em [http://www4.fct.unesp.br/nera/atlas/m\\_pecuaria\\_2006.htm](http://www4.fct.unesp.br/nera/atlas/m_pecuaria_2006.htm).

BRASIL. **Lei 7.803, de 18 de julho de 1989**. Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nºs 6.535, de 15 de junho de 1978, e 7.511, de 7 de julho de 1986.

**BRASIL. Lei nº 10.267 de 28 de agosto de 2001.** Altera dispositivos das Leis nos 4.947, de 6 de abril de 1966, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 6.739, de 5 de dezembro de 1979, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e dá outras providências.

**BRASIL. Lei nº 12.114, de 9 de Dezembro de 2009.** Cria o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, altera os arts. 6º e 50 da Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, e dá outras providências.

**BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de Dezembro de 2009.** Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências.

**BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agricultura de Baixo Carbono.** Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina-inicial/desenvolvimento-sustentavel/programa-abc>. Acesso em 10/03/2011.

**BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011.** Brasília, DF, 2006.

**BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. MDL Ilustrado.** Disponível em: [http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0204/204967.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0204/204967.pdf). Acesso em 18/01/2011

**BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no mundo.** Disponível em: [http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0215/215186.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0215/215186.pdf) Acesso em 15/01/2011.

**BRASIL. Ministério de Minas e Energia. PROINA- Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica.** Disponível em: [http://www.mme.gov.br/programas/proinfa/galerias/arquivos/apresentacao/Situacao\\_usinas\\_PROINFA\\_AGO-2009.pdf](http://www.mme.gov.br/programas/proinfa/galerias/arquivos/apresentacao/Situacao_usinas_PROINFA_AGO-2009.pdf). Acesso em 20/02/2011

**BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário e Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. A Lei 10.267/01 e seus reflexos na gestão fundiária brasileira.** Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/seminario\\_referencial\\_geocentrico/portugues/arquivos/Teixeira\\_02dez2004\\_Painel\\_5\\_II\\_Seminario.pdf](http://www.ibge.gov.br/seminario_referencial_geocentrico/portugues/arquivos/Teixeira_02dez2004_Painel_5_II_Seminario.pdf). Acesso em 20/03/2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Emissão Nacional Total de Gases de Efeito Estufa**. Disponível em:

[http://www.mma.gov.br/estruturas/219/\\_arquivos/texto\\_indicador\\_clima\\_219.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/219/_arquivos/texto_indicador_clima_219.pdf) Acesso em 15/02/2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Indicadores Ambientais Nacionais - Folha Metodológica**. Disponível em:

[http://www.mma.gov.br/estruturas/219/\\_arquivos/folha\\_metodologica\\_e\\_missoesantropicas\\_2010\\_219.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/219/_arquivos/folha_metodologica_e_missoesantropicas_2010_219.pdf). Acesso em 18/01/2011

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mudanças Climáticas Globais e Seus Efeitos sobre a Biodiversidade**. Brasília – DF, 2006

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional sobre Mudança do Clima** - Versão para consulta pública, Setembro, 2008. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/169/\\_arquivos/169\\_29092008073244.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/169/_arquivos/169_29092008073244.pdf) Acesso em 10/02/2011

ERBA, Diego Alfonso (org.) **Cadastro Multifinalitário Como Instrumento da Política Fiscal e Urbana**. Rio de Janeiro, 2005.

FILHO, José Carlos de Abreu; SOUZA, Cristóvão Pereira de; GONÇALVES, Danilo Amerio; CURY, Marcos Vinícius Quintella. **Finanças Corporativas**. Rio de Janeiro: FGV, 2007.

GIDDENS, Anthony. **The Politics of Climate Change**. London: Polity Press, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios de Administração Financeira**. 7. ed. São Paulo: Harbra, 2002.

GORDON, Robert; YIRIDOE, Emmanuel K.; BROWN, BettinaB. Non Market Co Benefits and Economic Feasibility of On-farm Biogas Energy Production. **Energy Policy**, Oxford, n. 37, p. 1170–1179, 2009.



GRANJA SÃO ROQUE. Documento de Concepção de Projeto. Disponível em: <http://cdm.unfccc.int/Projects/Validation/DB/3KSYW8HLGU2OLO8X8GWLPMI2LFIDOF/view.html>. Acesso em 10/12/2010.

GREENPEACE. Relatório **A Caminho da Sustentabilidade**. Disponível em: <http://www.greenpeace.org/brasil/pt/Documentos/a-caminho-da-sustentabilidade/>. Acesso em 10/02/2011.

HEFNER III, Robert. **The Age of Energy Gases**: In the New Millennium. Society of Petroleum Engineers Gas Technology Symposium, Canada: 2002.

HOLANDA. Agência de Avaliação Ambiental. **CO<sub>2</sub> Emissions**. Disponível em <http://www.pbl.nl/en/search/node/emission>. Acesso em 01/02/2011.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia científica**: ciência e conhecimento científico; métodos científicos; teoria, hipóteses e variáveis. 5. ed. São Paulo: 2008. Atlas.

LARSSON, Gerhard. **Land Registration and Cadastral Systems**. New York: Longman Scientific and Technical, 1996.

LARSON, Eric; KARTHA, Silvan. **Expanding roles for modernized biomass energy**. Journal Energy for Sustainable Development, [Bangalore] v, 4, 2000.

LOCH, Carlos. **Monitoramento da propriedade rural analisando a estrutura fundiária, uso da terra e a rede viária nacional**. In: Seminário Nacional de Cadastro Técnico Rural e Urbano, Curitiba. Paraná, 1987.

LOCH, Carlos. **Sensoriamento Remoto Aplicado ao Planejamento Regional**. Tese de Doutorado. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1989.

LOCH, Carlos. **Gestão Ambiental**. In: MBA para Executivos em Administração Global, Florianópolis, 2002.

LOCH, Carlos; ERBA, Diego Alfonso. **Cadastro Técnico Multifinalitário:** rural e urbano. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2007.

LOCH, C. **A Interpretação de Imagens Aéreas:** noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais. Florianópolis: Editora da UFSC, 2008.

MILARÉ, Edis. **Direito do Ambiente:** doutrina, pratica, jurisprudência, glossário / Edis Milaré. – 2. ed. rev. atual. e ampl. – São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2001.

NASA - National Aeronautics and Space Administration. **GISS Surface Temperature Analysis.** Disponível em <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/> Acesso em 05/01/2011.

NETO, Werner Grau. **O Protocolo de Quioto e o mecanismo de desenvolvimento limpo – MDL.** *Uma analise critica do instituto.* São Paulo: Ed. Fiuza, 2007.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Histórico da Conferência das Partes (COP).** Disponível em: <http://www.oc.org.br/index.php?page=Conteudo&id=100>. Acesso em 20/01/2011.

ONU. **Declaração do Milênio.** Disponível em <http://www.unric.org/html/portuguese/uninfo/DecdoMil.pdf>. Acesso em 04 de Janeiro de 2011.

ONU. **Documentos.** Disponível em: <http://www.onu-brasil.org.br/documentos.php> Acesso em 03 de Janeiro de 2011.

PNUMA. **“Acordos de Cancún” sobre Mudança Climática.** Disponível em: [http://www.unep.org.br/noticias\\_detalhar.php?id\\_noticias=634](http://www.unep.org.br/noticias_detalhar.php?id_noticias=634). Acesso em 03/02/2011.

PNUMA. **Climate Change Science Compendium.** United Nations Environment Programme, Nairobi, 2009.

REGO, Ricardo Bordeaux. **Viabilidade Econômico-Financeira de Projetos.** Rio de Janeiro: FGV, 2007.

BIOGAS RENEWABLE ENERGY. Biogas composition. Disponível em [http://www.biogas-renewable-energy.info/biogas\\_composition.html](http://www.biogas-renewable-energy.info/biogas_composition.html). Acesso em Fevereiro de 2011.

SACHS, Ignacy. **Desenvolvimento Incluyente, Sustentável, Sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

SANTA CATARINA. Centrais Elétricas de Santa Catarina (CELESC). **Instrução Normativa I-432.0003**. Dispõe sobre os requisitos gerais para conexão de autoprodutor e produtor independente de energia à rede da CELESC.

SANTA CATARINA. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI). **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina- 2009 e 2010**. Disponível em: [http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/Sintese\\_2010/sintese%202010\\_inteira.pdf](http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/Sintese_2010/sintese%202010_inteira.pdf). Acesso em: 23/02/2011

SANTA CATARINA. Fundação do Meio Ambiente (FATMA). **Licenças Ambientais**. Disponível em: [http://www.fatma.sc.gov.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=50&Itemid=116](http://www.fatma.sc.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=50&Itemid=116)

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado de Planejamento. **Resumo Executivo: Cadeia Produtiva Suinícola**. Disponível em [www.sc.gov.br](http://www.sc.gov.br). Acessado em: 21/02/2011.

SEIFFERT, Maria Elizabete Bernardini. **Gestão Ambiental: Instrumentos, Esferas de ação e Educação Ambiental**. São Paulo: Ed. Atlas, 2007.

SILVA, Elisângela Benedit. **Avaliação da aptidão agrícola das terras como subsídio à reforma agrária**: assentamento Eldorado dos Carajás – SC. 160 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Centro Tecnológico. Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

SILVA, Elisângela; LOCH, Carlos. **Cadastro Técnico**: concepção e apoio a análises espaciais. In: ERBA, D.A. (org.), **Sistemas de Informação Geográfica aplicados a estúdios urbanos: experiências latinoamericanas [recurso eletrônico]**. Cleveland: Lincoln Institut of Land Policy, 2006. Disponível em [www.lincolninst.edu](http://www.lincolninst.edu). Acesso em 15/01/2010.

SOARES, Guido Fernando Silva. **A proteção internacional do meio ambiente**. São Paulo: Manole, 2003.

TRUJILLO FERRARI, Alfonso. **Metodologia da Ciência**. 3.ed. Rio de Janeiro: Kennedy, 1974.

VIOLA, Eduardo. **O Brasil na Arena Internacional da Mitigação da Mudança Climática**. Centro de Estudos de Integração e Desenvolvimento, Brasília, 2009.

VIOLA, Eduardo. **Impasses e Perspectivas da Negociação Climática Global e Mudanças na Posição Brasileira**. Brasília, Centro de Estudos de Integração e Desenvolvimento, Brasília, 2010.

WWF. **Agenda Elétrica Sustentável 2020: Estudo de Cenários para um Setor Elétrico Brasileiro Eficiente, Seguro e Competitivo**. Brasília, 2006. Disponível em: [http://assets.wwf.org.br/downloads/wwf\\_energia\\_ebook.pdf](http://assets.wwf.org.br/downloads/wwf_energia_ebook.pdf). Acesso em 02/02/2011.